

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 0 月 2 日
Date of Application:

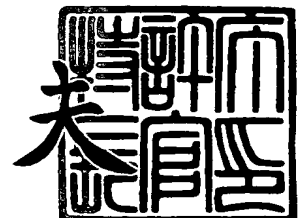
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 4 4 8 0 3
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 4 4 8 0 3]

出 願 人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 2 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 J0103728
【提出日】 平成15年10月 2日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H05B 33/14
【発明者】
 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内
 【氏名】 小林 英和
【特許出願人】
 【識別番号】 000002369
 【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100107836
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 西 和哉
【代理人】
 【識別番号】 100064908
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 志賀 正武
【選任した代理人】
 【識別番号】 100101465
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 青山 正和
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2002-353672
 【出願日】 平成14年12月 5日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 008707
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0302709

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

基板上に、第 1 の電極と、発光層を含む機能層と、金属酸化物からなる透明な第 2 の電極とが下層側から順に積層されてなり、

上記第 2 の電極の酸素濃度は膜厚方向で変化しており、上記第 2 の電極と上記機能層との界面付近の酸素濃度は、上記第 2 の電極における平均の酸素濃度よりも低いことを特徴とする、エレクトロルミネッセンス表示装置。

【請求項 2】

上記第 2 の電極は、上記機能層側となる下層側の酸素濃度が上層側の酸素濃度より低いことを特徴とする、請求項 1 記載のエレクトロルミネッセンス表示装置。

【請求項 3】

基板上に第 1 の電極を形成する工程と、

上記第 1 の電極上に発光層を含む機能層を形成する工程と、

酸素を含むキャリアガス雰囲気下で上記機能層上に金属材料をスパッタリングし、上記機能層上に金属酸化物からなる透明な第 2 の電極を形成する工程とを備え、

上記スパッタリングにおいて、上記機能層上に堆積される上記金属酸化物の堆積量が増大するに従って上記キャリアガスの酸素分圧を増大させることを特徴とする、エレクトロルミネッセンス表示装置の製造方法。

【請求項 4】

上記スパッタリングにおいて上記キャリアガスの酸素分圧を増大させるに際して、この酸素分圧を連続的又は段階的に増大させることを特徴とする、請求項 3 記載のエレクトロルミネッセンス表示装置の製造方法。

【請求項 5】

上記スパッタリングにおいて、上記堆積量が所定の膜厚よりも少ない場合に上記キャリアガスの酸素分圧を略ゼロとすることを特徴とする、請求項 3 又は 4 記載のエレクトロルミネッセンス表示装置の製造方法。

【請求項 6】

上記所定の膜厚は 5 nm 以上 30 nm 以下であることを特徴とする、請求項 5 記載のエレクトロルミネッセンス表示装置の製造方法。

【請求項 7】

請求項 1 又は 2 記載のエレクトロルミネッセンス表示装置を備えたことを特徴とする、電子機器。

【書類名】 明細書**【発明の名称】** エレクトロルミネッセンス表示装置及びその製造方法並びに電子機器**【技術分野】****【0001】**

本発明は、エレクトロルミネッセンス表示装置及びその製造方法並びにこのエレクトロルミネッセンス表示装置を備えた電子機器に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来より、携帯電話やPDA等の携帯機器やパーソナルコンピュータ等の表示手段として、エレクトロルミネッセンス（以下、単にELともいう）表示装置が開発されている。

EL表示装置は、EL層（発光層）を一对の電極間に挟持してなる発光素子を基板面に複数備えて構成され、各発光素子を独立に駆動制御することで所望の表示を行っている。このEL表示装置は、発光層からの光の取り出し方向の違いにより、例えば素子基板側から光を取り出すボトムエミッション型と、封止部材側から光を取り出すトップエミッション型のものとに分類できるが、材料選択の自由度等の理由から、これまで主にボトムエミッション型の構造について研究されてきた。

【0003】

一方、表示装置の分野では、大型化、高精細化、高輝度化に対するニーズが高く、EL表示装置についても大型化を目指した研究開発が盛んに行なわれている。しかし、上述のボトムエミッション型のEL表示装置を大型化した場合、電極に信号を供給する配線を太くする必要があり、これにより画素の開口率が低下するという課題があった。また、このように開口率が低下した場合、画素の輝度を確保するために発光層に大きな電流を流す結果、製品寿命が短くなるという課題も生じる。このため、近年、画素の開口率が配線等の構造に影響されないトップエミッション型の構造が注目され、盛んに研究されている（特許文献1参照）。

【特許文献1】 特開平8-185984号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

このようなトップエミッション型のEL表示装置では、EL層を挟む一对の電極の内、封止部材側（観察者側）の電極を透明電極とする必要がある。このような透明電極には、一般にITOやSnO₂等の金属酸化物が用いられている。この金属酸化物は、酸素濃度を一定としたキャリアガス雰囲気下において金属材料を基板に対してスパッタリングすることで形成される。

ところで、金属酸化物は、その酸素含有量によって光透過率が変化することが知られており、十分な透明性を得るためには、その酸素含有量を一定量以上確保する必要がある。

しかしながら、EL層或いはEL層上に設けられた電子注入層（又は正孔注入層）の上に金属酸化物をスパッタして形成する場合、キャリアガス中の活性な酸素によって下地のEL層等が酸化され、発光特性が劣化してしまうという課題があった。

【0005】

本発明は、上述の課題に鑑み創案されたもので、金属酸化物を成膜する際に下地膜の酸化を防止できるようにした、トップエミッション型のエレクトロルミネッセンス表示装置及びその製造方法並びにこの表示装置を備えた電子機器を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

上記目的を達成するために、本発明のエレクトロルミネッセンス表示装置は、基板上に、第1の電極と、発光層を含む機能層と、金属酸化物からなる透明な第2の電極とが下層側から順に積層されてなり、上記第2の電極の酸素濃度は膜厚方向で変化しており、上記第2の電極と上記機能層との界面付近の酸素濃度は、上記第2の電極における平均の酸素濃度よりも低いことを特徴とする。

【0007】

すなわち、本構成では、第2の電極における平均の酸素濃度は、表示に必要とされる透明性を得るために所定濃度以上に設定されるが、膜厚方向で見ると、例えば下層側（機能層側）の酸素濃度が上層側の酸素濃度に比べて低くなるような濃度勾配が生じており、機能層との界面付近における酸素濃度は上記所定濃度よりも少なくなっている。このため、スパッタリングにより機能層との界面付近に上記金属酸化膜を堆積する際に、キャリアガス中の酸素分圧を従来よりも低く設定することができ、成膜中に下地となる機能層が酸化されることを極力防止できる。これにより、機能層の発光効率の低下を防止して明るい表示を実現することができる。特に、機能層との界面付近の酸素濃度は略ゼロとすることが望ましく、これにより、成膜時における機能層の酸化によるダメージを最小限に抑えることができる。

【0008】

なお、機能層は、例えば、発光層と、この発光層に電子や正孔を輸送／注入するための電子輸送／注入層や正孔輸送／注入層等との積層体として構成される。また、発光層単体で機能層を構成してもよい。

また、界面付近とは、機能層との界面から5 nm以内の膜厚の範囲をいう。

【0009】

本発明のエレクトロルミネッセンス表示装置の製造方法は、基板上に第1の電極を形成する工程と、上記第1の電極上に発光層を含む機能層を形成する工程と、酸素を含むキャリアガス雰囲気下で上記機能層上に金属材料をスパッタリングし、上記機能層上に金属氧化物からなる透明な第2の電極を形成する工程とを備え、上記スパッタリングにおいて、上記機能層上に堆積される上記金属氧化物の堆積量が増大するに従って上記キャリアガスの酸素分圧を増大させることを特徴とする。

【0010】

本製造方法では、スパッタリングにより機能層上に金属酸化膜を堆積する際に、成膜初期の段階における酸素分圧を従来のもよりも低く設定することができる。このため、キャリアガス中の活性な酸素により機能層が酸化されることを極力防止でき、発光効率の高い表示装置を得ることができる。また、金属酸化膜の堆積量が増加するに従って、キャリアガス中の酸素分圧を増大させているため、上層側の酸素濃度を高めて第2の電極全体としての酸素濃度を上記所定濃度以上とすることで、第2の電極全体として、表示に必要な透明性を得ることができる。

【0011】

ここで、上記スパッタリングにおいて上記キャリアガスの酸素分圧を増大させるに際して、この酸素分圧を連続的又は段階的に増大させるようにするのが好ましい。このようにすることにより、表示に必要な透明性が得られる所望の平均酸素濃度が、容易に得られるようになる。

また、上記スパッタリングにおいて上記堆積量が所定の膜厚よりも少ない場合にキャリアガス中の酸素分圧を略ゼロとすることで、機能層の酸化を完全に防止することができる。

【0012】

また、上記所定の膜厚は、5 nm以上、30 nm以下であることが好ましい。例えば、成膜量が5 nmよりも薄い状態で酸素の供給を開始した場合には、下地の機能層が酸化されて十分な発光効率が得られない。一方、金属材料のみを30 nmよりも厚く成膜した場合には、第2の電極が黒ずみ、表示品質が著しく劣化する。

【0013】

また、本発明の電子機器は、上述のエレクトロルミネッセンス表示装置を備えたことを特徴とする。

本構成によれば、発光効率の高い表示部を備えた電子機器を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

[第1実施形態]

以下、本発明の第1実施形態を図面を参照して説明する。なお、図1～図18において、各層や各部材を図面上で認識可能な程度の大きさとするため、各層や各部材の縮尺は実際のものと異なるように表わしている。

【0015】

図1は本実施形態のエレクトロルミネッセンス表示装置の一例である有機EL表示装置の配線構造を示す平面模式図である。

図1に示すように、本実施形態のエレクトロルミネッセンス表示装置1には、複数の走査線101と、走査線101に対して交差する方向に延びる複数の信号線102と、信号線102に並列に延びる複数の電源線103とがそれぞれ配線されている。そして、走査線101と信号線102とにより区画された領域が画素領域として構成されている。

【0016】

信号線102には、シフトレジスタ、レベルシフタ、ビデオライン及びアナログスイッチを備えるデータ側駆動回路104が接続されている。また、走査線101には、シフトレジスタ及びレベルシフタを備える走査側駆動回路105が接続されている。

【0017】

各画素領域には、走査線101を介して走査信号がゲート電極に供給されるスイッチング用の薄膜トランジスタ112と、このスイッチング用の薄膜トランジスタ112を介して信号線102から共有される画素信号を保持する保持容量capと、該保持容量capによって保持された画素信号がゲート電極に供給される駆動用の薄膜トランジスタ123と、この駆動用薄膜トランジスタ123を介して電源線103に電氣的に接続したときに当該電源線103から駆動電流が流れ込む画素電極111と、この画素電極111と陰極12との間に挟み込まれる機能層110とが設けられている。画素電極111と対向電極12と機能層110により発光部Aが構成され、表示装置1は、この発光部Aをマトリクス状に複数備えて構成されている。

【0018】

係る構成によれば、走査線101が駆動されてスイッチング用の薄膜トランジスタ112がオンになると、そのときの信号線102の電位が保持容量capに保持され、該保持容量capの状態に応じて、駆動用の薄膜トランジスタ123のオン・オフ状態が決まる。そして、駆動用の薄膜トランジスタ123のチャネルを介して、電源線103から画素電極111に電流が流れ、更に機能層110を介して陰極12に電流が流れる。機能層110は、これを通る電流量に応じて発光する。

【0019】

図2は本表示装置の平面模式図であり、図3は図2をI-I'断面で切った断面模式図である。

図3に示すように、本実施形態の表示装置1は、基板2上に回路素子部14と表示素子部10が順に積層され、この積層体の形成された基板面が封止部3によって封止された構造を有する。表示素子部10は、発光層110bを含む発光素子部11と、発光素子部11上に形成された陰極12とからなる。この陰極12及び封止部3は透光性を有しており、本表示装置1は、発光層から発した表示光が封止部3側から出射される、所謂トップエミッション型の表示装置として構成されている。

【0020】

基板2には、透明基板（又は半透明基板）又は不透明基板のいずれを用いることもできる。透明又は半透明な基板としては、例えばガラス、石英、樹脂（プラスチック、プラスチックフィルム）等が挙げられ、特に、安価なソーダガラス基板が好適に用いられる。不透明な基板としては、例えばアルミナ等のセラミックやステンレススチール等の金属シートに表面酸化等の絶縁処理を施したものの他に、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂等が挙げられる。また、基板2は、図2に示すように、中央に位置する表示領域2aと、基板2の周縁に位置して表示領域2aを囲む非表示領域2bとに区画されている。

表示領域2aは、マトリクス状に配置された発光部Aによって形成される領域であり

、表示領域の外側に非表示領域 2 b が形成されている。そして、非表示領域 2 b には、表示領域 2 a に隣接するダミー表示領域 2 d が形成されている。

【0021】

図 3 に示すように、回路素子部 1 4 には、前述の走査線、信号線、保持容量、スイッチング用の薄膜トランジスタ、駆動用の薄膜トランジスタ 1 2 3 等が備えられており、表示領域 2 a に配置された各発光部 A を駆動するようになっている。

陰極 1 2 は、その一端が発光素子部 1 1 上から基板 2 上に形成された陰極用配線 1 2 0 に接続しており、この配線の一端部がフレキシブル基板 5 上の配線 5 a に接続されている。また、配線 5 a は、フレキシブル基板 5 上に備えられた駆動 IC 6（駆動回路）に接続されている（図 2 参照）。

【0022】

また、回路素子部 1 4 の非表示領域 2 b には、前述の電源線 1 0 3（1 0 3 R、1 0 3 G、1 0 3 B）が配線されている。

また、表示領域 2 a の図 2 中両側には、前述の走査側駆動回路 1 0 5、1 0 5 が配置されている。この走査側駆動回路 1 0 5、1 0 5 はダミー領域 2 d の下側の回路素子部 1 4 内に設けられている。更に回路素子部 1 4 内には、走査側駆動回路 1 0 5、1 0 5 に接続される駆動回路用制御信号配線 1 0 5 a と駆動回路用電源配線 1 0 5 b とが設けられている。

更に表示領域 2 a の図 2 中上側には検査回路 1 0 6 が配置されている。この検査回路 1 0 6 により、製造途中や出荷時の表示装置の品質、欠陥の検査を行うことができる。

【0023】

封止部 3 は、基板 2 に塗布された封止樹脂 6 0 3 と、封止缶（封止部材）6 0 4 とから構成されている。

封止樹脂 6 0 3 は、基板 2 と封止缶 6 0 4 を接着する接着剤であり、例えばマイクロディスプレイ等により基板 2 の周囲に環状に塗布されている。この封止樹脂 6 0 3 は、熱硬化樹脂あるいは紫外線硬化樹脂等からなり、特に、熱硬化樹脂の 1 種であるエポキシ樹脂よりなることが好ましい。また、この封止樹脂 6 0 3 には酸素や水分を通しにくい材料が用いられており、基板 2 と封止缶 6 0 4 の間から封止缶 6 0 4 内部への水又は酸素の侵入を防いで、陰極 1 2 または発光素子部 1 1 内に形成された発光層 1 1 0 b の酸化を防止するようになっている。

【0024】

ガラスや樹脂等の透光性部材からなる封止缶 6 0 4 は、その内側に表示素子 1 0 を収納する凹部 6 0 4 a が設けられており、封止樹脂 6 0 3 を介して基板 2 に接合されている。なお、封止缶 6 0 4 の内面側には、必要に応じて、非表示領域 2 b に対応する領域に、酸素や水分を吸収又は除去するゲッター材を設けることができる。このゲッター材としては、例えば、Li、Na、Rb、Cs 等のアルカリ金属、Be、Mg、Ca、Sr、Ba 等のアルカリ土類金属、アルカリ土類金属の酸化物、アルカリ金属又はアルカリ土類金属の水酸化物等を好適に用いることができる。アルカリ土類金属の酸化物は、水と反応して水酸化物に変化することにより、脱水材として作用する。アルカリ金属や、アルカリ土類金属は、酸素と反応して水酸化物に変化するとともに水と反応して酸化物に変化するため、脱水材としてだけでなく脱酸素材としても作用する。これにより、発光部 A の酸化を防止でき、装置の信頼性を高めることができる。

【0025】

図 4 に、本表示装置における表示領域 2 a の断面構造を拡大した図を示す。この表示装置 1 は、基板 2 上に、TFT などの回路等が形成された回路素子部 1 4 と、画素電極 1 1 1 と、発光層 1 1 0 b を含む機能層 1 1 0 が形成された発光素子部 1 1 と、陰極 1 2 とが順次積層されて構成されている。

【0026】

回路素子部 1 4 には、基板 2 上にシリコン酸化膜からなる下地保護膜 2 c が形成され、この下地保護膜 2 c 上に多結晶シリコンからなる島状の半導体膜 1 4 1 が形成されている。

。尚、半導体膜 141 には、ソース領域 141a 及びドレイン領域 141b が高濃度 P イオン打ち込みにより形成されている。また、P が導入されなかった部分がチャネル領域 141c となっている。

【0027】

また、回路素子部 14 には、下地保護膜 2c 及び半導体膜 141 を覆うゲート絶縁膜 142 が形成されている。そして、このゲート絶縁膜 142 上には、半導体膜 141 のチャネル領域 141c に対応する位置に、Al、Mo、Ta、Ti、W 等からなるゲート電極 143 (走査線 101) が形成されている。そして、半導体膜 141、ゲート絶縁膜 142、ゲート電極 143 により薄膜トランジスタ 123 が構成されている。この薄膜トランジスタ 123 では、半導体膜 141 にポリシリコンを用いているため、高輝度、高精細な表示を実現できる。

【0028】

また、ゲート電極 143 及びゲート絶縁膜 142 上には透明な第 1 層間絶縁膜 144a と第 2 層間絶縁膜 144b が形成されており、この第 1、第 2 層間絶縁膜 144a、144b には、絶縁膜 144a、144b を貫通して半導体膜 141 のソース、ドレイン領域 141a、141b にそれぞれ接続されるコンタクトホール 145、146 が形成されている。コンタクトホール 145 は画素電極に接続されており、このコンタクトホール 145 を介して画素電極 111 と半導体のソース領域 141a が電氣的に接続されている。また、コンタクトホール 146 は電源線 103 に接続されており、このコンタクトホール 146 を介して、電源線 103 から画素信号が供給されるようになっている。

以上により駆動用の回路が構成されている。尚、回路素子部 14 には、前述した保持容量 cap 及びスイッチング用の薄膜トランジスタ 142 も形成されているが、図 4 ではこれらの図示を省略している。

【0029】

画素電極 111 は、第 2 層間絶縁膜 144b 上に平面視略矩形にパターニングされて形成されており、表示領域 2a 内にマトリクス状に複数配置されている。

この画素電極 111 には、例えばアルミニウム (Al) 膜や銀 (Ag) 膜等の高反射率の金属膜が用いられており、基板 2 側に発した光を封止部 3 側に効率的に出射させるようになっている。

【0030】

発光素子部 11 は、複数の画素電極 111 上の各々に積層された機能層 110 と、各画素電極 111 及び機能層 110 の間に備えられて各機能層 110 を仕切るバンク層 112 とを主体として構成されている。機能層 110 上には陰極 12 が配置されており、これら画素電極 111、機能層 110 及び陰極 12 によって発光部 A が構成されている。

【0031】

バンク層 112 は、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂等の耐熱性、耐溶媒性に優れたレジストからなり、画素電極 111 の形成位置に対応して開口部 112d が形成されている。このバンク層 112 の厚さは、例えば 0.1~3.5 μm の範囲が好ましく、特に 2 μm 程度がよい。厚さが 0.1 μm 未満では、後述する正孔注入/輸送層及び発光層の合計厚よりバンク層 112 が薄くなり、発光層が開口部 112d から溢れるおそれがあるので好ましくない。また、厚さが 3.5 μm を越えると、開口部 112d による段差が大きくなり、バンク層 112 上に形成する陰極 12 のステップカバレージを確保できなくなるので好ましくない。また、バンク層 112 の厚さを 2 μm 以上にすれば、駆動用の薄膜トランジスタ 123 との絶縁を高めることができる点でより好ましい。

【0032】

なお、バンク層 112 に仕切られた各領域において、画素電極 111 の電極面 111a は酸素を処理ガスとするプラズマ処理によって親液処理されており、親液性を示す。一方、開口部 112d の壁面及びバンク層 112 の上面 112f は、4 フッ化メタンを処理ガスとするプラズマ処理によって表面がフッ化処理 (撥液処理) されており、撥液性を示す。

【0033】

機能層 110 は、画素電極 111 上に積層された正孔注入／輸送層 110 a と、正孔注入／輸送層 110 a 上に隣接して形成された発光層 110 b と、この発光層 110 b 上に隣接して形成された電子注入層 110 c とから構成されている。

正孔注入／輸送層 110 a は、正孔を発光層 110 b に注入する機能を有するとともに、正孔を正孔注入／輸送層 110 a 内部において輸送する機能を有する。この正孔注入／輸送層形成材料としては、例えば、ポリエチレンジオキシチオフェン等のポリチオフェン誘導体とポリスチレンスルホン酸等の混合物を用いることができる。また、電子注入層 110 c は、電子を発光層 110 b に注入する機能を有するとともに、電子を電子注入層 110 c 内部において輸送する機能を有する。この電子注入層 110 c としては、例えばリチウムキノリノール (Li q) やフッ化リチウム (Li F) 或いはバソフェンセシウム等を好適に用いることができる。また、仕事関数が 4 e V 以下の金属、例えば Mg、Ca、Ba、Sr、Li、Na、Rb、Cs、Yb、Sm なども用いることができる。

【0034】

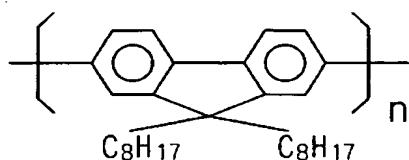
このような正孔注入／輸送層 110 a、電子注入層 110 c を、それぞれ画素電極 111 と発光層 110 b の間、及び、陰極 12 と発光層 110 b との間に設けることにより、発光層 110 b の発光効率、寿命等の素子特性が向上する。なお、正孔注入／輸送材料は、各色の発光層 110 b 毎に異ならせてもよく、又、特定の色の発光層 110 b に対して正孔注入／輸送層 110 a を設けない構成とすることも可能である。

【0035】

発光層 110 b は、赤色 (R) に発光する赤色発光層 110 b 1、緑色 (G) に発光する緑色発光層 110 b 2、及び青色 (B) に発光する青色発光層 110 b 3、の 3 種類を有し、各発光層 110 b 1 ~ 110 b 3 がストライプ配置されている。この発光層 110 b の材料としては、例えば、[化 1] ~ [化 5] に示す (ポリ) パラフェニレンビニレン誘導体、ポリフェニレン誘導体、ポリフルオレン誘導体、ポリビニルカルバゾール、ポリチオフェン誘導体、ペリレン系色素、クマリン系色素、ローダミン系色素、またはこれらの高分子材料にルブレン、ペリレン、9, 10-ジフェニルアントラセン、テトラフェニルブタジエン、ナイルレッド、クマリン 6、キナクリドン等をドーピングして用いることができる。

【0036】

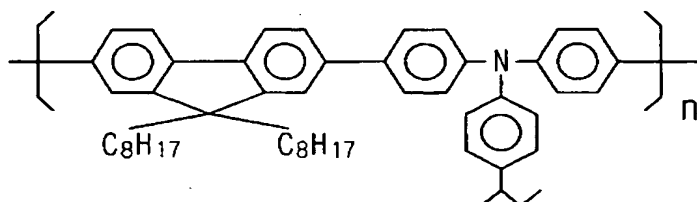
【化 1】



化合物 1

【0037】

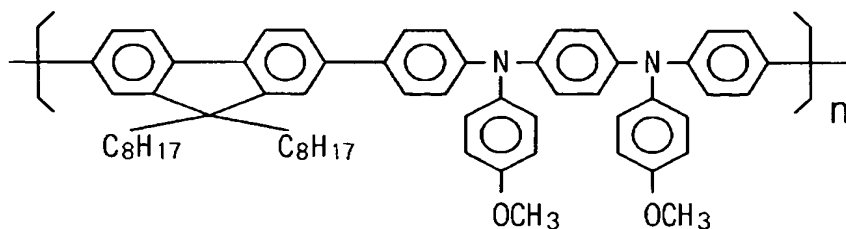
【化 2】



化合物 2

【0038】

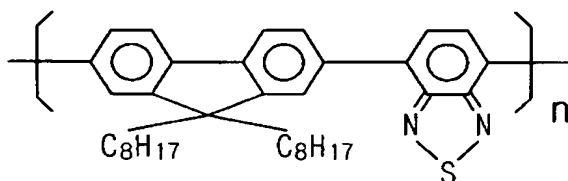
【化 3】



化合物 3

【0039】

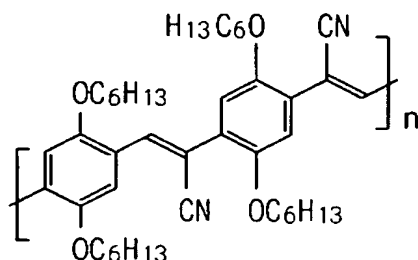
【化 4】



化合物 4

【0040】

【化 5】



化合物 5

【0041】

陰極 12 には、例えばインジウム錫酸化物 (ITO) やインジウム亜鉛酸化物 (IZO) 等の金属酸化物からなる透光性の導電材料が用いられており、陰極 12 は発光素子部 11 の全面に形成されている。そして、画素電極 111 と対になって機能層 110 に電流を流す役割を果たす。この陰極 12 の酸素含有量は膜厚方向に変化しており、下層側が上層側に比べて酸素含有量が少なくなっている。すなわち、陰極 12 の平均酸素濃度は、表示に必要とされる透明性を得るために所定濃度以上に設定されるが、膜厚方向で見ると、下層側 (機能層 110 側) の酸素濃度が上層側 (封止部 3 側) の酸素濃度に比べて小さくなるように、濃度勾配が生じている。

【0042】

例えば、陰極 12 は、図 4 に示すように、酸素濃度が略ゼロである無酸素層 12a と、酸素濃度が平均酸素濃度よりも大きい有酸素層 12b とが下層側から順に積層された構造を有している。このような陰極 12 は、キャリアガス (例えば Ar) 中の酸素分圧を経時的に変化させながら、インジウム (In) や錫 (Sn) 等の金属材料を機能層 110 上にスパッタすることで形成される。

【0043】

具体的には、成膜開始直後の一定時間内 (即ち、機能層 110 上の金属酸化物の堆積量が所定の膜厚よりも少ない場合) では、キャリアガス中の酸素分圧を略ゼロとし、その後、酸素分圧を連続的又は段階的に増加させることで、所望の平均酸素濃度が容易に得られるようにしている。このように成膜開始直後の酸素分圧を略ゼロとすることで、キャリアガス中の活性な酸素によって機能層 110 が酸化されることを防止することができる。な

お、酸素分圧を略ゼロとして形成する金属材料の膜厚は、例えば5 nm以上30 nm以下の範囲であることが好ましい。成膜量が5 nmよりも薄い状態で酸素の供給を開始すると、成膜された金属材料の結晶粒界を通して酸素が機能層110内に侵入し、機能層110が酸化されてしまう。一方、金属材料の膜厚が30 nmよりも厚くなると、陰極12が黒ずみ、表示品質が著しく劣化する。

【0044】

なお、陰極12上には必要に応じてSiO、SiO₂、SiN等からなる酸化防止用の保護層を設けても良い。

【0045】

次に、本実施形態の表示装置の製造方法を図面を参照して説明する。

本実施形態の表示装置1の製造方法は、例えば、(1)バンク部形成工程、(2)プラズマ処理工程(3)正孔注入／輸送層形成工程(第1液滴吐出工程を含む)、(4)発光層形成工程(第2液滴吐出工程を含む)、(5)電子注入層形成工程、(6)陰極形成工程、及び(7)封止工程とを具備して構成されている。なお、製造方法はこれに限られるものではなく必要に応じてその他の工程が除かれる場合、また追加される場合もある。

【0046】

(1) バンク層形成工程

バンク層形成工程は、基板2の所定の位置に開口部112dを有するバンク層112を形成する工程である。以下に形成方法について説明する。

まず、図5に示すように、基板2上に走査線、信号線、薄膜トランジスタ123等の回路素子部14を有し、層間絶縁膜144a、144bの上に複数の画素電極111が形成された素子基板を準備する。

そして、この基板2上にアクリル樹脂、ポリイミド樹脂等の耐熱性、耐溶剤性を有する感光性材料を塗布し、フォトリソグラフィ技術により、画素電極111の配置された領域に開口部112dを形成する(図6参照)。なお、バンク層112の厚さは、0.1~3.5 μmの範囲が好ましく、特に2 μm程度がよい。このような範囲とする理由は以下の通りである。

【0047】

すなわち、厚さが0.1 μm未満では、後述する正孔注入／輸送層及び発光層の合計厚よりバンク層112が薄くなり、発光層110bが開口部112dから溢れてしまうおそれがあるので好ましくない。また、厚さが3.5 μmを越えると、開口部112dによる段差が大きくなり、開口部112dにおける陰極12のステップカバレッジが確保できなくなるので好ましくない。また、バンク層112の厚さを2 μm以上にすれば、陰極12と駆動用の薄膜トランジスタ123との絶縁を高めることができる点で好ましい。

【0048】

(2) プラズマ処理工程

プラズマ処理工程は、画素電極111の表面を活性化すること、更にバンク層112の表面を表面処理する事を目的として行われる。特に活性化工程では、画素電極111上の洗浄、更に仕事関数の調整を主な目的として行っている。更に、画素電極111の表面の親液化処理、バンク層112表面の撥液化処理を行う。

このプラズマ処理工程は、例えば(2)-1予備加熱工程、(2)-2活性化処理工程(親液性にする親液化工程)、(2)-3撥液化処理工程、及び(2)-4冷却工程に大別される。なお、このような工程に限られるものではなく、必要に応じて工程を削減、更なる工程追加も行われる。

【0049】

図7に、プラズマ処理工程で用いられるプラズマ処理装置を示す。

図7に示すプラズマ処理装置50は、予備加熱処理室51、第1プラズマ処理室52、第2プラズマ処理室53、冷却処理室54、これらの各処理室51~54に基板2を搬送する搬送装置55とから構成されている。各処理室51~54は、搬送装置55を中心として放射状に配置されている。

【0050】

まず、これらの装置を用いた概略の工程を説明する。

予備加熱工程は予備加熱処理室 5 1 において行われ、バンク層形成工程から搬送された基板 2 を所定の温度に加熱する。

予備加熱工程の後、親液化工程及び撥液化処理工程を行う。すなわち、基板 2 を第 1, 第 2 プラズマ処理室 5 2, 5 3 に順次搬送し、それぞれの処理室 5 2, 5 3 においてバンク層 1 1 2 にプラズマ処理を行い親液化する。この親液化処理後に撥液化処理を行う。撥液化処理の後に基板 2 を冷却処理室に搬送し、冷却処理室 5 4 おいて基板 2 を室温まで冷却する。この冷却工程後、搬送装置 5 5 により次の工程である正孔注入／輸送層形成工程に基板 2 を搬送する。

【0051】

以下に、それぞれの工程について詳細に説明する。

(2) - 1 予備加熱工程

予備加熱工程は予備加熱処理室 5 1 により行う。この処理室 5 1 において、バンク層 1 1 2 を含む基板 2 を所定の温度まで加熱する。

基板 2 の加熱方法は、例えば処理室 5 1 内にて基板 2 を載せるステージにヒータを取り付け、このヒータで当該ステージごとに基板 2 を加熱する手段がとられている。なお、これ以外の方法を採用することも可能である。

この予備加熱処理室 5 1 では、基板 2 は例えば 70℃～80℃の範囲で加熱される。この温度は次工程であるプラズマ処理における処理温度であり、次の工程に合わせて基板 2 を事前に加熱し、基板 2 の温度ばらつきを解消することを目的としている。

【0052】

仮に予備加熱工程を加えなければ、基板 2 は室温から上記のような温度に加熱されることになり、工程開始から工程終了までのプラズマ処理工程中において温度が常に変動しながら処理される事になる。したがって、基板温度が変化しながらプラズマ処理を行うことは、特性の不均一につながる可能性がある。したがって、処理条件を一定に保ち、均一な特性を得るために予備加熱を行うのである。

このため、プラズマ処理工程においては、第 1, 第 2 プラズマ処理装置 5 2, 5 3 内の試料ステージ上に基板 2 を載置した状態で親液化工程または撥液化工程を行う場合に、予備加熱温度を、親液化工程または撥液化工程を連続して行う試料ステージ 5 6 の温度にほぼ一致させることが好ましい。

【0053】

すなわち、第 1, 第 2 プラズマ処理装置 5 2, 5 3 内の試料ステージが上昇する温度、例えば 70～80℃まで予め基板 2 を予備加熱することにより、多数の基板にプラズマ処理を連続的に行った場合でも、処理開始直後と処理終了直前でのプラズマ処理条件をほぼ一定にすることができる。これにより、基板 2 間の表面処理条件を同一にし、バンク層 1 1 2 の組成物に対する濡れ性を均一化することができ、一定の品質を有する表示装置を製造することができる。

また、基板 2 を予め予備加熱しておくことにより、後のプラズマ処理における処理時間を短縮することができる。

【0054】**(2) - 2 活性化処理**

第 1 プラズマ処理室 5 2 では、活性化処理が行われる。活性化処理には、画素電極 1 1 における仕事関数の調整、制御、画素電極表面の洗浄、画素電極表面の親液化処理が含まれる。

親液化処理として、大気雰囲気中で酸素を処理ガスとするプラズマ処理 (O₂ プラズマ処理) を行う。図 8 は第 1 プラズマ処理を模式的に示した図である。図 8 に示すように、バンク層 1 1 2 を含む基板 2 は加熱ヒータ内臓の試料ステージ 5 6 上に載置され、基板 2 の上側にはギャップ間隔 0.5～2 mm 程度の距離をおいてプラズマ放電電極 5 7 が基板 2 に対向して配置されている。基板 2 は、試料ステージ 5 6 によって加熱されつつ、試料

ステージ 56 は図示矢印方向に向けて所定の搬送速度で搬送され、その間に基板 2 に対してプラズマ状態の酸素が照射される。

【0055】

O₂ プラズマ処理の条件は、例えば、プラズマパワー 100～800 kW、酸素ガス流量 50～100 ml/min、板搬送速度 0.5～10 mm/sec、基板温度 70～90℃の条件で行われる。なお、試料ステージ 56 による加熱は、主として予備加熱された基板 2 の保温のために行われる。

この O₂ プラズマ処理により、図 9 に示すように、画素電極 111 の電極面 111a、及びバンク層 112 の開口部 112d の壁面ならびに上面 112f が親液処理される。この親液処理により、これらの各面に水酸基が導入されて親液性が付与される。

図 9 では、親液処理された部分を一点鎖線で示している。

なお、この O₂ プラズマ処理は、親液性を付与するのみならず、上述の通り画素電極 111 上の洗浄、仕事関数の調整も兼ねている。

【0056】

(2) - 3 撥液処理工程

第 2 プラズマ処理室 53 では、撥液化工程として、大気雰囲気中でテトラフルオロメタン（四フッ化炭素）等のフッ化物含有ガスを処理ガスとするプラズマ処理（CF₄ プラズマ処理）を行う。第 2 プラズマ処理室 53 の内部構造は図 8 に示した第 1 プラズマ処理室 52 の内部構造と同じである。即ち、基板 2 は、試料ステージによって加熱されつつ、試料ステージごと所定の搬送速度で搬送され、その間に基板 2 に対してプラズマ状態の処理ガスが照射される。

【0057】

CF₄ プラズマ処理の条件は、例えば、プラズマパワー 100～800 kW、4 フッ化メタンガス流量 50～100 ml/min、基板搬送速度 0.5～10 mm/sec、基板温度 70～90℃の条件で行われる。なお、加熱ステージによる加熱は、第 1 プラズマ処理室 52 の場合と同様に、主として予備加熱された基板 2 の保温のために行われる。

なお、処理ガスは、テトラフルオロメタン（四フッ化炭素）に限らず、他のフルオロカーボン系のガスを用いることができる。

【0058】

CF₄ プラズマ処理により、図 10 に示すように、開口部 112d 壁面及びバンク層 112 の上面 112f が撥液処理される。この撥液処理により、これらの各面にフッ素基が導入されて撥液性が付与される。図 10 では、撥液性を示す領域を二点鎖線で示している。

尚、画素電極 111 の電極面 111a もこの CF₄ プラズマ処理の影響を多少受けるが、濡れ性に影響を与える事は少ない。図 10 では、親液性を示す領域を一点鎖線で示している。

【0059】

(2) - 4 冷却工程

冷却工程として、冷却処理室 54 を用い、プラズマ処理のために加熱された基板 2 を管理温度まで冷却する。これは、この以降の工程であるインクジェット工程（液滴吐出工程）の管理温度まで冷却するために行う工程である。

この冷却処理室 54 は、基板 2 を配置するためのプレートを有し、そのプレートは基板 2 を冷却するように水冷装置が内蔵された構造となっている。

【0060】

このようにプラズマ処理後の基板 2 を室温、または所定の温度（例えばインクジェット工程を行う管理温度）まで冷却することにより、次の正孔注入／輸送層形成工程において、基板 2 の温度が一定となり、基板 2 の温度変化が無い均一な温度で次工程を行うことができる。これにより、インクジェット法等の吐出手段により吐出された材料を均一に形成できる。例えば、正孔注入／輸送層を形成するための材料を含む第 1 組成物を吐出させる際に、第 1 組成物を一定の容積で連続して吐出させることができ、正孔注入／輸送層を均

一に形成することができる。

【0061】

(3) 正孔注入／輸送層形成工程

発光素子形成工程では、画素電極 111 上に正孔注入／輸送層を形成する。

正孔注入／輸送層形成工程では、液滴吐出としてたとえばインクジェット装置を用いて、正孔注入／輸送層形成材料を含む第 1 組成物を電極面 111a 上に吐出する（第 1 液滴吐出工程）。そして、その後、乾燥処理及び熱処理を行ない、画素電極 111 上に正孔注入／輸送層 110a を形成する。

この正孔注入／輸送層形成工程を含めこれ以降の工程は、水、酸素の無い雰囲気とする事が好ましい。例えば、窒素雰囲気、アルゴン雰囲気等の不活性ガス雰囲気で行うことが好ましい。

【0062】

インクジェットによる製造方法は以下の通りである。

図 11 に示すように、インクジェットヘッド H1 に形成された複数のノズルから正孔注入／輸送層形成材料を含む第 1 組成物 110d を吐出する。ここではインクジェットヘッドを走査することにより各開口部 112d 内に組成物 110d を充填しているが、基板 2 を走査することによっても可能である。更に、インクジェットヘッド H1 と基板 2 とを相対的に移動させることによっても組成物 110d を充填させることができる。なお、これ以降のインクジェットヘッド H1 を用いて行う工程では上記の点は同様である。

【0063】

インクジェットヘッド H1 による吐出は以下の通りである。すなわち、インクジェットヘッド H1 に形成された吐出ノズル H2 を電極面 111a に対向して配置し、ノズル H2 から第 1 組成物 110d を吐出する。画素電極 111 の周囲にはバンク層 112 が形成されており、このバンク層 112 の開口部 112d 内に位置する電極面 111a にインクジェットヘッド H1 を対向させ、このインクジェットヘッド H1 と基板 2 とを相対移動させながら、吐出ノズル H2 から 1 滴当たりの液量が制御された第 1 組成物滴 110d を電極面 111a 上に吐出する。

【0064】

ここで用いる第 1 組成物 110d としては、例えば、ポリエチレンジオキシチオフェン（PEDOT）等のポリチオフェン誘導体とポリスチレンスルホン酸（PSS）等の混合物を、極性溶媒に溶解させた組成物を用いることができる。極性溶媒としては、例えば、イソプロピルアルコール（IPA）、ノルマルブタノール、 γ -ブチロラクトン、N-メチルピロリドン（NMP）、1,3-ジメチル-2-イミダゾリジノン（DMI）及びその誘導体、カルビトールアセテート、ブチルカルビトールアセテート等のグリコールエーテル類等を挙げることができる。

【0065】

より具体的な第 1 組成物の組成としては、PEDOT/PSS 混合物（PEDOT/PSS = 1:20）: 12.52 重量%、PSS: 1.44 重量%、IPA: 10 重量%、NMP: 27.48 重量%、DMI: 50 重量%のものを例示できる。尚、第 1 組成物の粘度は 2~20 mPa・s 程度が好ましく、特に 4~15 mPa・s 程度が良い。

上記の第 1 組成物を用いることにより、吐出ノズル H2 に詰まりが生じることがなく安定吐出できる。

なお、正孔注入／輸送層形成材料は、赤（R）、緑（G）、青（B）の各発光層 110b1~110b3 に対して同じ材料を用いても良く、各発光層毎に変えても良い。

【0066】

図 11 に示すように、吐出された第 1 組成物滴 110d は、親液処理された電極面 111a 上に広がり、開口部 112d 内に充填される。仮に、第 1 組成物滴 110d が所定の吐出位置からはずれて上面 112f 上に吐出されたとしても、上面 112f が第 1 組成物滴 110d で濡れることがなく、はじかれた第 1 組成物滴 110d が開口部 112d 内に転がり込む。

電極面 111a 上に吐出する第 1 組成物量は、開口部 112d の大きさ、形成しようとする正孔注入／輸送層の厚さ、第 1 組成物中の正孔注入／輸送層形成材料の濃度等により決定される。また、第 1 組成物滴 110d は 1 回のみならず、数回に分けて同一の電極面 111a 上に吐出しても良い。この場合、各回における第 1 組成物の量は同一でも良く、各回毎に第 1 組成物を変えても良い。

【0067】

インクジェットヘッドの構造については、図 13 のようなヘッド H を用いる事ができる。更に、基板とインクジェットヘッドの配置に関しては図 14 のように配置することが好ましい。図 13 中、符号 H7 は前記のインクジェットヘッド H1 を支持する支持基板であり、この支持基板 H7 上に複数のインクジェットヘッド H1 が備えられている。

インクジェットヘッド H1 のインク吐出面（基板 2 との対向面）には、ヘッドの長さ方向に沿って列状に、且つヘッドの幅方向に間隔をあけて 2 列で吐出ノズルが複数（例えば、1 列 180 ノズル、合計 360 ノズル）設けられている。また、このインクジェットヘッド H1 は、吐出ノズルを基板 2 側に向けるとともに、X 軸（または Y 軸）に対して所定角度傾いた状態で略 X 軸方向に沿って列状に、且つ Y 方向に所定間隔をあけて 2 列に配列された状態で平面視略矩形状の支持板 20 に複数（図 13 では 1 列 6 個、合計 12 個）位置決めされて支持されている。

【0068】

また図 14 に示すインクジェット装置において、符号 1115 は基板 2 を載置するステージであり、符号 1116 はステージ 1115 を図中 X 軸方向（主走査方向）に案内するガイドレールである。またヘッド H は、支持部材 1111 を介してガイドレール 1113 により図中 Y 軸方向（副主走査方向）に移動できるようになっている。さらに、ヘッド H は図中 θ 軸方向に回転できるようになっており、インクジェットヘッド H1 を主走査方向に対して所定の角度に傾けることができるようになっている。このように、インクジェットヘッドを走査方向に対して傾けて配置することにより、ノズルピッチを画素ピッチに対応させることができる。また、傾き角度調整することにより、どのような画素ピッチに対しても対応させることができる。

【0069】

図 14 に示す基板 2 は、マザー基板に複数のチップを配置した構造となっている。即ち、1 チップの領域が 1 つの表示装置に相当する。ここでは、3 つの表示領域 2a が形成されているが、これに限られるものではない。例えば、基板 2 上の左側の表示領域 2a に対して組成物を塗布する場合は、ガイドレール 1113 を介してヘッド H を図中左側に移動させるとともに、ガイドレール 1116 を介して基板 2 を図中上側に移動させ、基板 2 を走査させながら塗布を行う。次に、ヘッド H を図中右側に移動させて基板の中央の表示領域 2a に対して組成物を塗布する。右端にある表示領域 2a に対しても前記と同様である。

尚、図 13 に示すヘッド H 及び図 14 に示すインクジェット装置は、正孔注入／輸送層形成工程のみならず、発光層形成工程に用いて良い。

【0070】

次に、図 12 に示すような乾燥工程を行ない、第 1 組成物に含まれる極性溶媒を蒸発させて正孔注入／輸送層形成材料を析出させる。この乾燥処理は、例えば窒素雰囲気中、室温で圧力を例えば 133.3 Pa (1 Torr) 程度にして行う。圧力が低すぎると第 1 組成物滴 110d が突沸してしまうので好ましくない。また、温度を室温以上にすると、極性溶媒の蒸発速度が高まり、平坦な膜を形成する事ができない。

乾燥処理後は、窒素中、好ましくは真空中で 200℃ で 10 分程度加熱する熱処理を行うことで、正孔注入／輸送層 110a 内に残存する極性溶媒や水を除去することが好ましい。

【0071】

このように形成された正孔注入／輸送層 110a の大部分は、後の工程で塗布する発光層 110b に溶け込むが、一部が正孔注入／輸送層 110a と発光層 110b の間に薄膜

状に残存する。これにより、正孔注入／輸送層 110 a と発光層 110 b との間のエネルギー障壁を下げて正孔の移動を容易にし、発光効率を向上させることができる。

【0072】

(4) 発光層形成工程

発光層形成工程は、表面改質工程、発光層形成材料吐出工程（第2液滴吐出工程）および乾燥工程、とからなる。

表面改質工程は、正孔注入／輸送層 110 a と発光層 110 b との密着性や、成膜の均一性を高めるために行なっている。つまり、発光層形成工程では、正孔注入／輸送層 110 a の再溶解を防止するために、発光層形成の際に用いる第2組成物の溶媒として、正孔注入／輸送層 110 a に対して不溶な非極性溶媒を用いる。しかしその一方で、正孔注入／輸送層 110 a は、非極性溶媒に対する親和性が低いため、非極性溶媒を含む第2組成物を正孔注入／輸送層 110 a 上に吐出しても、正孔注入／輸送層 110 a と発光層 110 b とを密着させることができなくなるか、あるいは発光層 110 b を均一に塗布できないおそれがある。

このため、非極性溶媒ならびに発光層形成材料に対する正孔注入／輸送層 110 a の表面の親和性を高めるために、発光層形成の前に表面改質工程を行うことが好ましい。

【0073】

表面改質工程は、発光層形成の際に用いる第2組成物の非極性溶媒と同一溶媒またはこれに類する溶媒である表面改質材を、インクジェット法（液滴吐出法）、スピンコート法またはディップ法により正孔注入／輸送層 110 a 上に塗布した後に乾燥することにより行う。

ここで用いる表面改質材としては、第2組成物の非極性溶媒と同一なものとして例えば、シクロヘキシルベンゼン、ジハイドロベンゾフラン、トリメチルベンゼン、テトラメチルベンゼン等を例示でき、第2組成物の非極性溶媒に類するものとして例えば、トルエン、キシレン等を例示できる。

【0074】

このような表面改質工程を行うことで、正孔注入／輸送層 110 a の表面が非極性溶媒になじみやすくなり、この後の工程で、発光層形成材料を含む第2組成物を正孔注入／輸送層 110 a に均一に塗布することができる。

尚、上記の表面改質材に、正孔輸送性材料として一般に用いられる前記の化合物2等を溶解して組成物とし、この組成物をインクジェット法により正孔注入／輸送層上に塗布して乾燥させることにより、正孔注入／輸送層 110 a 上に極薄の正孔輸送層を形成しても良い。

【0075】

次に、発光層形成工程として、インクジェット法（液滴吐出法）により、発光層形成材料を含む第2組成物を正孔注入／輸送層 110 a 上に吐出し、その後乾燥処理して、正孔注入／輸送層 110 a 上に発光層 110 b を形成する。

図15に、インクジェットによる吐出方法を示す。図15に示すように、インクジェットヘッドH5と基板2とを相対的に移動し、インクジェットヘッドH5に形成された吐出ノズルH6から各色（たとえばここでは青色（B））発光層形成材料を含有する第2組成物 110 e を吐出する。

【0076】

吐出の際には、開口部 112 d 内に位置する正孔注入／輸送層 110 a に吐出ノズルを対向させ、インクジェットヘッドH5と基板2とを相対移動させながら、正孔注入／輸送層 110 a 上に第2組成物を吐出する。吐出ノズルH6から吐出される液量は1滴当たりの液量が制御されている。

【0077】

発光層形成材料としては、[化1]～[化5]に示すポリフルオレン系高分子誘導体や、（ポリ）パラフェニレンビニレン誘導体、ポリフェニレン誘導体、ポリビニルカルバゾール、ポリチオフェン誘導体、ペリレン係色素、クマリン系色素、ローダミン系色素、あ

るいは上記高分子に有機EL材料をドーピングして用いる事ができる。例えば、ルブレン、ペリレン、9, 10-ジフェニルアントラセン、テトラフェニルブタジエン、ナイルレッド、クマリン6、キナクリドン等をドーピングすることにより用いることができる。

【0078】

非極性溶媒としては、正孔注入／輸送層110aに対して不溶なものが好ましく、例えば、シクロヘキシルベンゼン、ジハイドロベンゾフラン、トリメチルベンゼン、テトラメチルベンゼン等を用いることができる。

このような非極性溶媒を発光層110bの第2組成物に用いることにより、正孔注入／輸送層110aを再溶解させることなく第2組成物を塗布できる。

【0079】

図15に示すように、吐出された第2組成物110eは、正孔注入／輸送層110a上に広がって開口部112d内に満たされる。その一方で、撥液処理された上面112fでは第1組成物滴110eが所定の吐出位置からはずれて上面112f上に吐出されたとしても、上面112fが第2組成物滴110eで濡れることがなく、第2組成物滴110eが開口部112d内に転がり込む。

【0080】

各正孔注入／輸送層110a上に吐出する第2組成物量110eは、開口部112dの大きさ、形成しようとする発光層110bの厚さ、第2組成物中の発光層材料の濃度等により決定される。

また、第2組成物110eは1回のみならず、数回に分けて同一の正孔注入／輸送層110a上に吐出しても良い。この場合、各回における第2組成物の量は同一でも良く、各回毎に第2組成物110eの液量を変えても良い。

【0081】

次に、第2の組成物を所定の位置に吐出し終わったら、吐出後の第2組成物滴110eを乾燥処理し、第2組成物に含まれる非極性溶媒を蒸発させる。これにより、発光層形成材料が析出し、図16に示すような青色(B)発光層110b3が形成される。なお、図16においては青に発光する発光層が1つのみ図示されているが、図2やその他の図より明らかなように本来は発光素子がマトリックス状に形成されたものであり、図示しない多数の発光層(青色に対応)が形成されている。

続けて、図17に示すように、前述した青色(B)発光層110b3の場合と同様の工程を用い、赤色(R)発光層110b1を形成し、最後に緑色(G)発光層110b2を形成する。

【0082】

なお、発光層110bの形成順序は、前述の順序に限られるものではなく、どのような順番で形成しても良い。例えば、発光層形成材料に応じて形成する順番を決める事も可能である。

また、発光層の第2組成物の乾燥条件は、青色110b3の場合、例えば、窒素雰囲気中、室温で圧力を133.3Pa(1Torr)程度として5~10分行う条件とする。圧力が低すぎると第2組成物110eが突沸してしまうので好ましくない。また、温度を室温以上にすると、非極性溶媒の蒸発速度が高まり、発光層形成材料が上部開口部112d壁面に多く付着してしまうので好ましくない。

【0083】

また緑色発光層110b2、および赤色発光層110b1の場合、発光層形成材料の成分が多いために素早く乾燥させることが好ましく、例えば、40℃で窒素の吹き付けを5~10分行う条件とするのがよい。

その他の乾燥の手段としては、遠赤外線照射法、高温窒素ガス吹付法等を例示できる。

このようにして、画素電極111上に正孔注入／輸送層110a及び発光層110bが形成される。

【0084】

(5) 電子注入層形成工程

電子注入層形成工程では、図18に示すように、発光層110b及びバンク層112の全面に、Liq等からなる電子注入層110cを形成する。

電子注入層110cは、蒸着法、スパッタ法、CVD法等で形成することが好ましく、特に蒸着法で形成することが、熱による発光層110bの損傷を防止できる点で好ましい。

【0085】

(6) 陰極形成工程

陰極形成工程では、スパッタ法により、電子注入層110cの全面にITO等の金属酸化物からなる陰極12を形成する。

スパッタターゲットには、例えばInとSnとの合金を用い、キャリアガスとして例えばアルゴン(Ar)を用いることができる。

成膜初期においては、キャリアガス中の酸素分圧を略ゼロとし、予め設定された膜厚(設定厚)だけ金属材料を成膜する。これにより、図19に示すように、電子注入層110c上に、酸素含有量が略ゼロとなる無酸素層12aが形成される。

その後、キャリアガス中の酸素分圧を連続的又は段階的に増加させながら、金属酸化物を140nm程度成膜する。これにより、図20に示すように、無酸素層12a上に、酸素を含有する有酸素層12bが形成される。

【0086】

なお、設定厚(即ち、無酸素層12aの膜厚)は、5nm以上、30nm以下の範囲であることが好ましい。例えば、成膜量が5nmよりも薄い状態で酸素の供給を開始した場合には、下地の機能層(本実施形態では電子注入層110c)が酸化され、十分な発光効率が得られない。一方、無酸素層12aを30nmよりも厚く成膜した場合には、陰極12が黒ずみ、表示品質が著しく低下してしまう。

また、有酸素層12bの酸素含有量や膜厚は、無酸素層12aと有酸素層12bとを合わせた陰極12全体として十分な透明性が得られる範囲で任意に設定できる。

【0087】

(7) 封止工程

封止工程は、発光素子が形成された基板2の前面に封止缶604を配置し、基板2と封止缶604の周縁部を封止樹脂603により封止する工程である。この工程により基板2上に封止部3を形成する。

封止工程は、窒素、アルゴン、ヘリウム等の不活性ガス雰囲気で行うことが好ましい。大気中で行うと、陰極12にピンホール等の欠陥が生じていた場合にこの欠陥部分から水や酸素等が陰極12に侵入して陰極12が酸化されるおそれがあるので好ましくない。また、封止缶604の内面側には、酸素や水分を吸収又は除去するゲッター材を設けることが好ましい。このゲッター材は、例えば非表示領域2bに配置し、表示に影響を及ぼさないようにすることが望ましい。

【0088】

更に、図2、図3に例示した基板2の配線5aに陰極12を接続するとともに、駆動IC6に回路素子部14の配線を接続することにより、本実施形態の表示装置1が得られる。

【0089】

したがって、本実施形態のエレクトロルミネッセンス表示装置によれば、陰極12全体としての透明性を損なうことなく、陰極成膜時の機能層の酸化を効果的に防止することができる。

【0090】

[第2実施形態]

次に、本発明の第2の実施形態を図21を参照して説明する。なお、以下の説明では、上記第1実施形態と同様の部位については同じ符号を付し、その説明を一部省略する。また、図2、図3を適宜流用して説明する。

本実施形態のエレクトロルミネッセンス表示装置は、基板2側から順に、陰極111'

、電子注入層 110 a'、発光層 110 b、正孔注入／輸送層 110 c'、陽極 12' が順に積層された、所謂リバース構造の EL 表示装置として構成されている。なお、本表示装置では、電子注入層 110 a'、発光層 110 b、正孔注入／輸送層 110 c' により機能層 110' が構成されている。

【0091】

また、本表示装置は、上記第 1 実施形態と同様に、トップエミッション型の構造を有しており、画素電極である陰極 111' には、Al や Ag 等の高反射率の金属膜が用いられ、バンク層 112 及び機能層 110' を覆うように形成された陽極 12' には ITO や IZO 等の透光性の金属酸化物が用いられている。

【0092】

この陽極 12' の酸素含有量は膜厚方向に変化しており、下層側（基板 2 側）が上層側（封止部 3 側）に比べて酸素含有量が少なくなっている。すなわち、陽極 12' の平均酸素濃度は、表示に必要とされる透明性を得るために所定濃度以上に設定されるが、膜厚方向で見ると、下層側の酸素濃度が上層側の酸素濃度に比べて小さくなるように、濃度勾配が生じている。例えば、陽極 12' は、酸素濃度が略ゼロである無酸素層 12 a' と酸素濃度が平均酸素濃度よりも大きい有酸素層 12 b' とが下層側から順に積層された構造を有している。このような陽極 12' は、キャリアガス（例えば Ar）中の酸素分圧を経時的に変化させながら、In や Sn 等の金属材料を正孔注入／輸送層 110 c' 上にスパッタすることで形成される。具体的には、成膜開始直後の一定時間内（即ち、正孔注入／輸送層 110 c 上の成膜量が所定範囲内）では、キャリアガス中の酸素分圧を略ゼロとし、その後、酸素分圧を連続的又は段階的に増加させて所望の平均酸素濃度が得られるようにしている。

【0093】

この陽極 12' は、その一端が基板 2 上に形成された配線 120 に接続しており、この配線 120 の一端部がフレキシブル基板 5 上の配線 5 a に接続されている。また、配線 5 a は、フレキシブル基板 5 上に備えられた駆動 IC 6（駆動回路）に接続されている（図 2、図 3 参照）。

そして、これ以外の構成については、上記第 1 実施形態と同様であるため、その説明を省略する。

【0094】

したがって、本実施形態でも、上記第 1 実施形態と同様に、陽極全体としての透明性を損なうことなく、キャリアガス中の活性な酸素によって機能層が酸化されることを防止することができる。

【0095】

〔電子機器〕

次に、上述のエレクトロルミネッセンス表示装置を備えた電子機器の例について説明する。

図 22 は、上述した実施形態に係る表示装置を備えたモバイル型のパーソナルコンピュータ（情報処理装置）の構成を示す斜視図である。同図において、パーソナルコンピュータ 1100 は、キーボード 1102 を備えた本体部 1104 と、上述したエレクトロルミネッセンス表示装置 1106 を備えた表示装置ユニットとから構成されている。このため、発光効率の高く明るい表示部を備えた電子機器を提供することができる。

【0096】

なお、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

例えば、上記実施形態では、陰極をスパッタリングで成膜する際に、成膜開始直後の酸素分圧を略ゼロとしたが、本発明はこれに限定されず、成膜開始直後の酸素分圧が、成膜中の平均の酸素分圧よりも低く設定されればよい。このようにすることで、一定の酸素分圧（即ち、上述の平均の酸素分圧）で成膜を行なう従来のものに比べて、下地の機能層 110 へのダメージを抑えることができる。

【0097】

また、上記実施形態では、R、G、Bの各発光層110bをストライプ配置した場合について説明したが、本発明はこれに限られず、様々な配置構造を採用することができる。例えば図23(a)に示すようなストライプ配置の他、図23(b)に示すようなモザイク配置や、図23(c)に示すようなデルタ配置とすることもできる。

【0098】

また、上記実施形態では、発光層110bに有機EL材料を用いた例を示したが、発光層110bに無機EL材料を用いたもの（即ち、無機EL表示装置）に対して本発明を適用することも勿論可能である。

さらに、上記実施形態では、隔壁112に仕切られた領域に各発光部Aを形成したが、各発光部Aを仕切る隔壁は必ずしも必要ではなく、このような隔壁112を設けない場合には、ゲッター材は、平面視で、隣接する発光部Aの間の領域に配置されていればよい。

【図面の簡単な説明】

【0099】

【図1】 本発明の第1の実施形態の表示装置の配線構造を示す図である。

【図2】 同、表示装置の平面図である。

【図3】 図2のI-I'断面図である。

【図4】 同、表示装置の要部を示す断面図である。

【図5】 同、表示装置の製造方法を説明する工程図である。

【図6】 同、表示装置の製造方法を説明する工程図である。

【図7】 同、表示装置の製造に用いるプラズマ処理装置を示す図である。

【図8】 図6に示したプラズマ処理装置の第1プラズマ処理室の内部構造を示す模式図である。

【図9】 同、表示装置の製造方法を説明する工程図である。

【図10】 同、表示装置の製造方法を説明する工程図である。

【図11】 同、表示装置の製造方法を説明する工程図である。

【図12】 同、表示装置の製造方法を説明する工程図である。

【図13】 同、表示装置の製造に用いるヘッドを示す平面図である。

【図14】 同、表示装置の製造に用いるインクジェット装置を示す平面図である。

【図15】 同、表示装置の製造方法を説明する工程図である。

【図16】 同、表示装置の製造方法を説明する工程図である。

【図17】 同、表示装置の製造方法を説明する工程図である。

【図18】 同、表示装置の製造方法を説明する工程図である。

【図19】 同、表示装置の製造方法を説明する工程図である。

【図20】 同、表示装置の製造方法を説明する工程図である。

【図21】 本発明の第2の実施形態の表示装置を示す断面図である。

【図22】 本発明の電子機器の一例を示す図である。

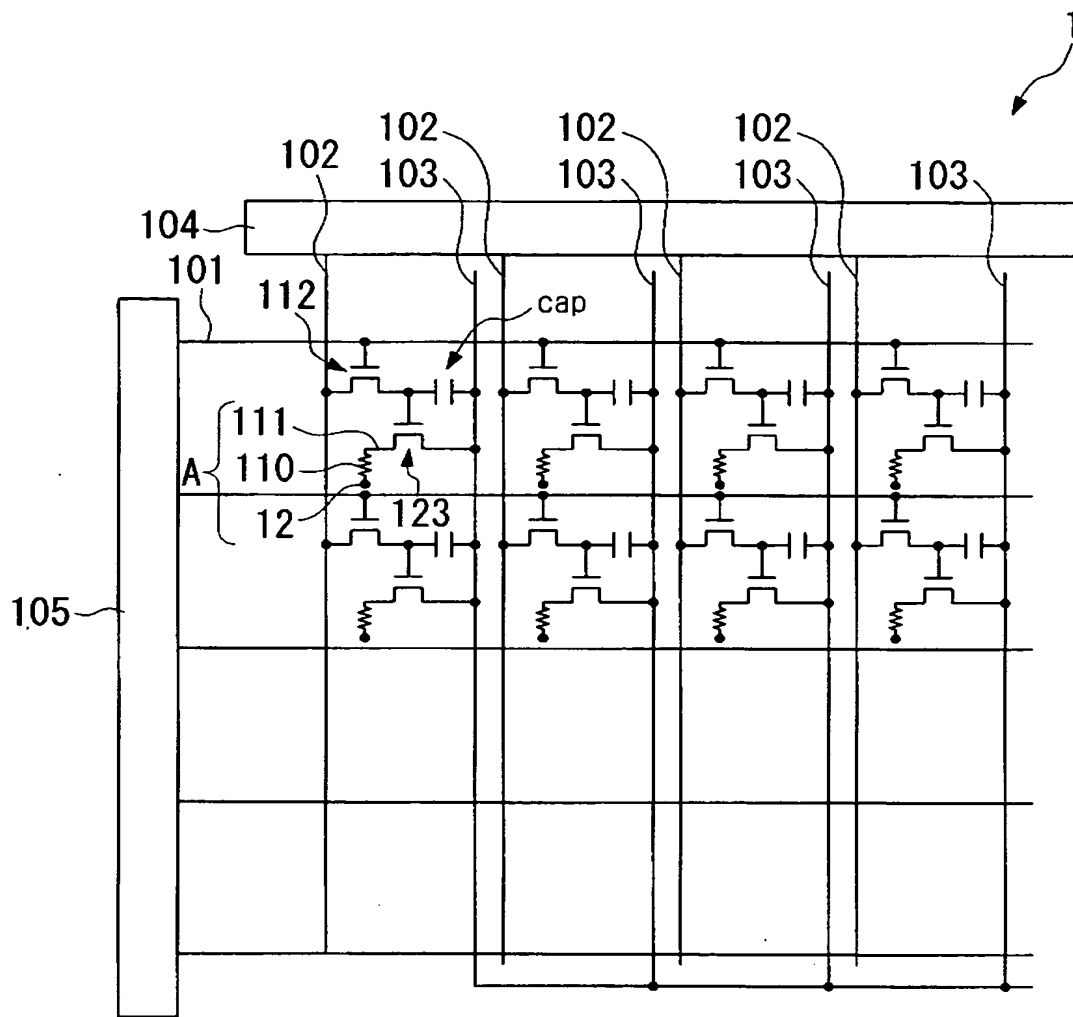
【図23】 発光層の配置を示す平面模式図である。

【符号の説明】

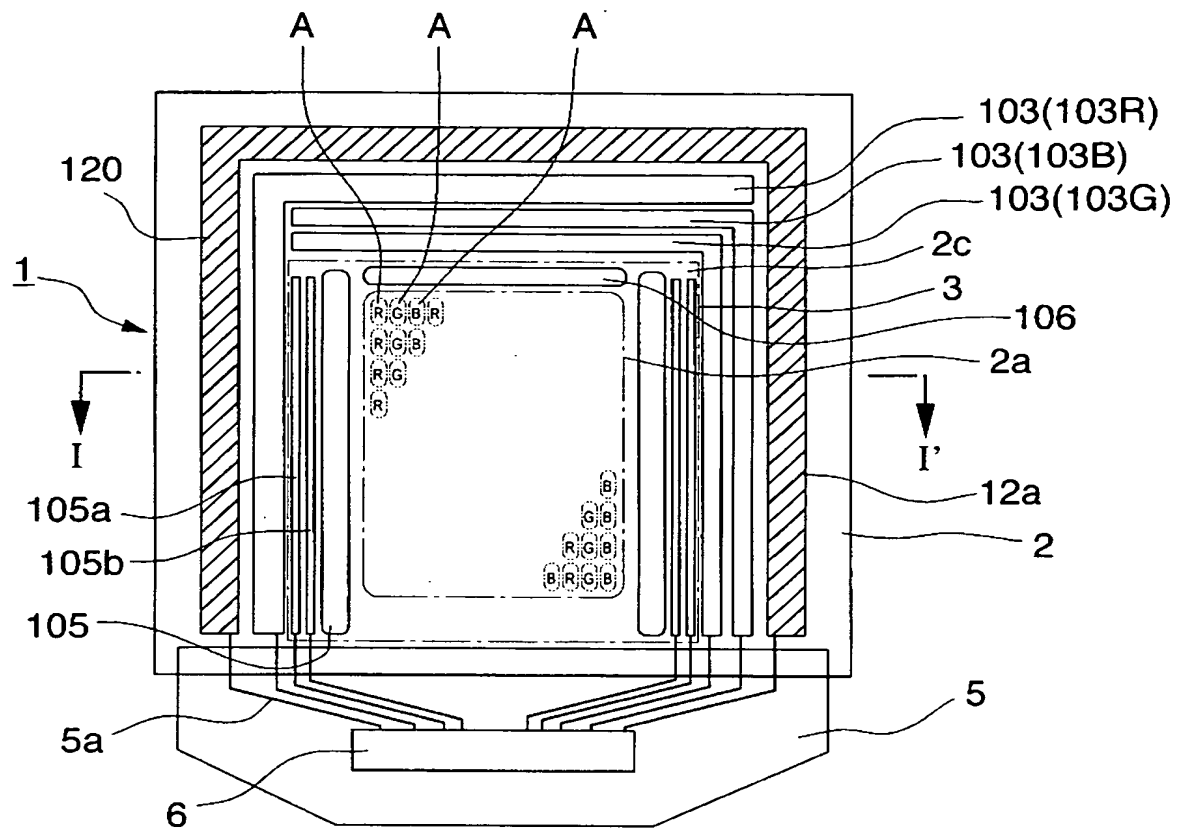
【0100】

- 1 エレクトロルミネッセンス表示装置、 2 基板、 2a 表示領域、
2b 非表示領域、 3 封止部、 12 陰極（第2の電極）、 110 機能層、
110b 発光層、 111 画素電極（第1の電極）、
112 バンク層（隔壁）、 123 薄膜トランジスタ（スイッチング素子）、
604 封止缶（封止部材）、 A 発光部

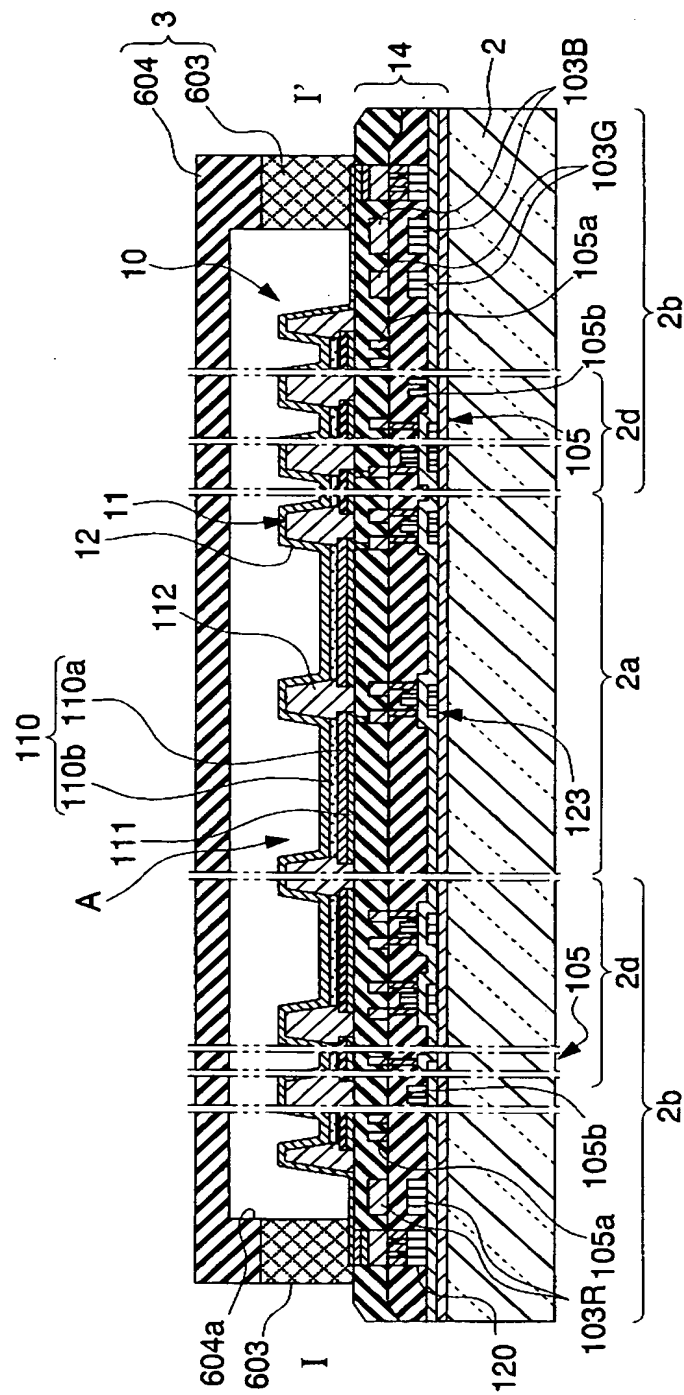
【書類名】 図面
【図 1】



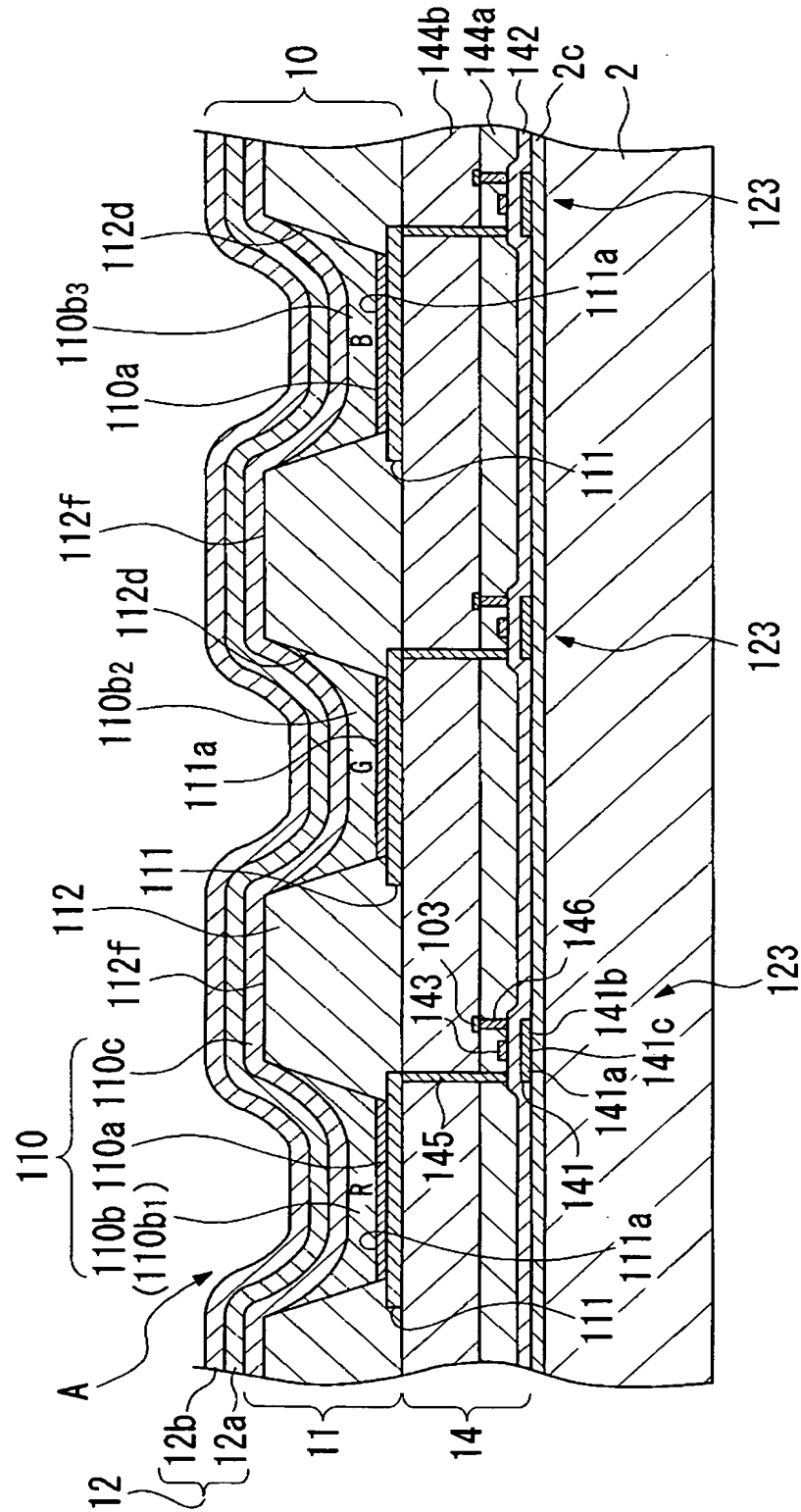
【図 2】



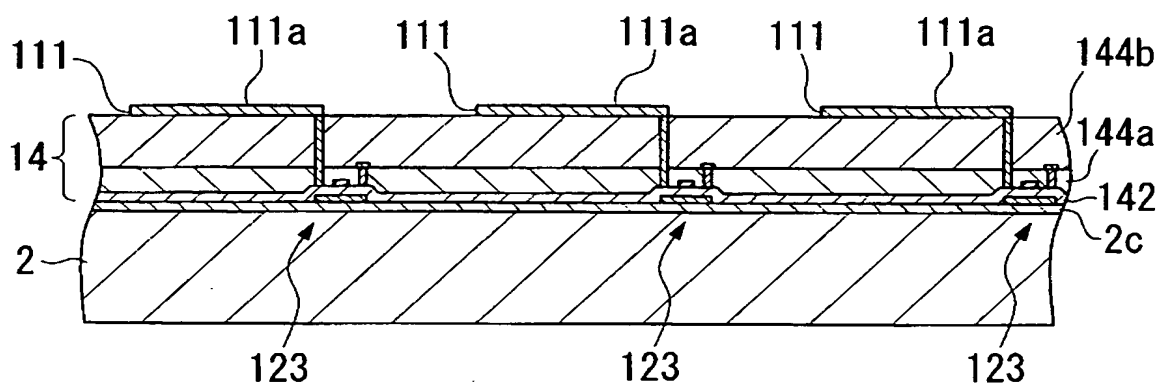
【図 3】



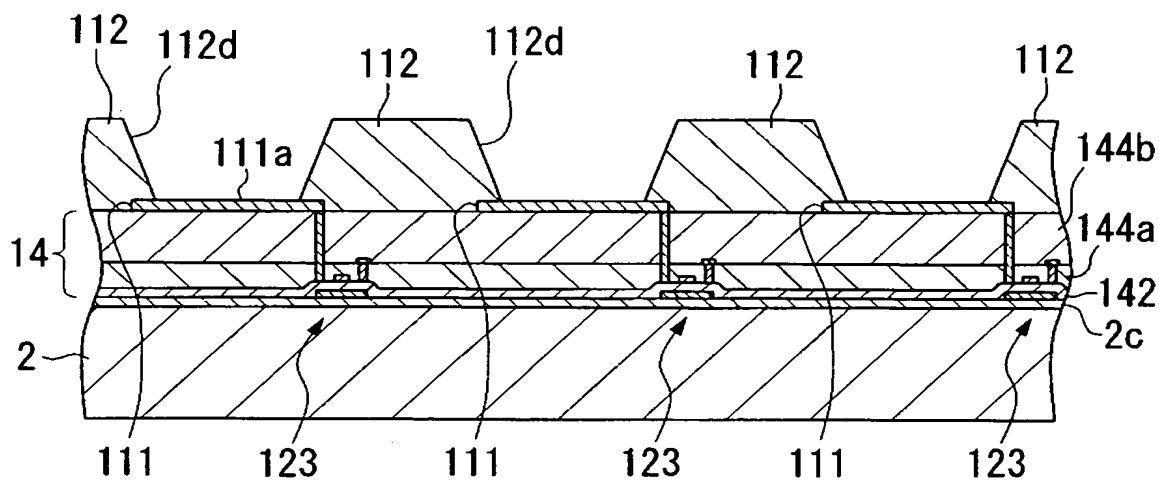
【図 4】



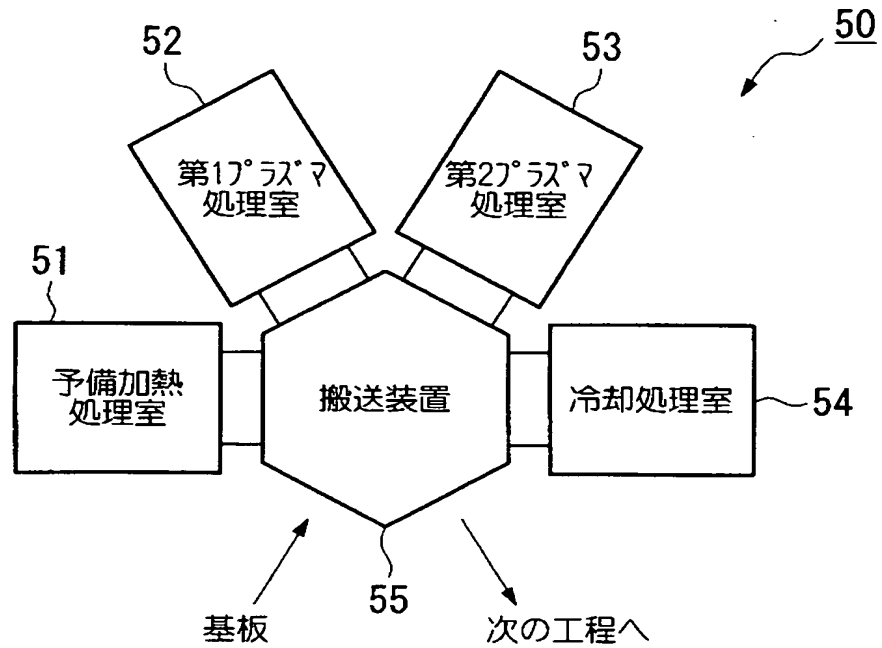
【図 5】



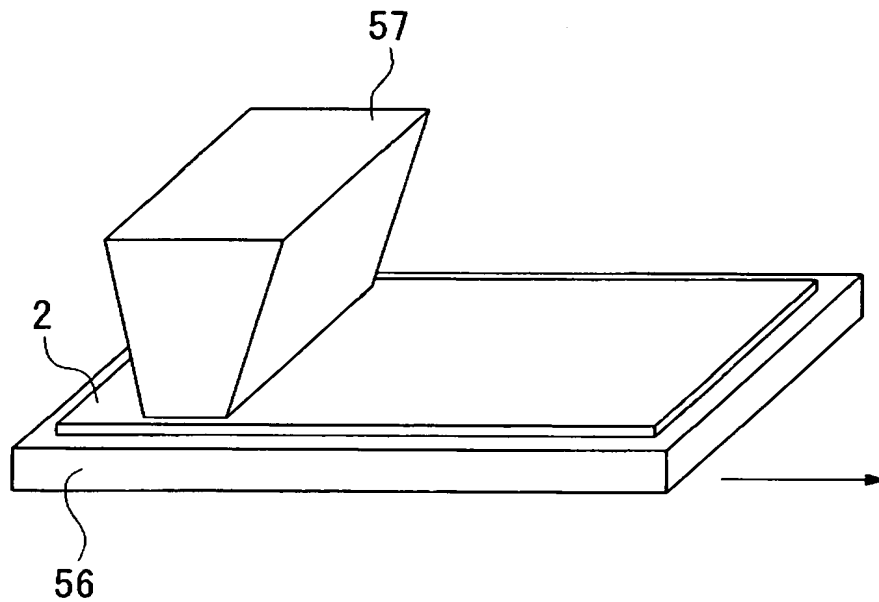
【図 6】



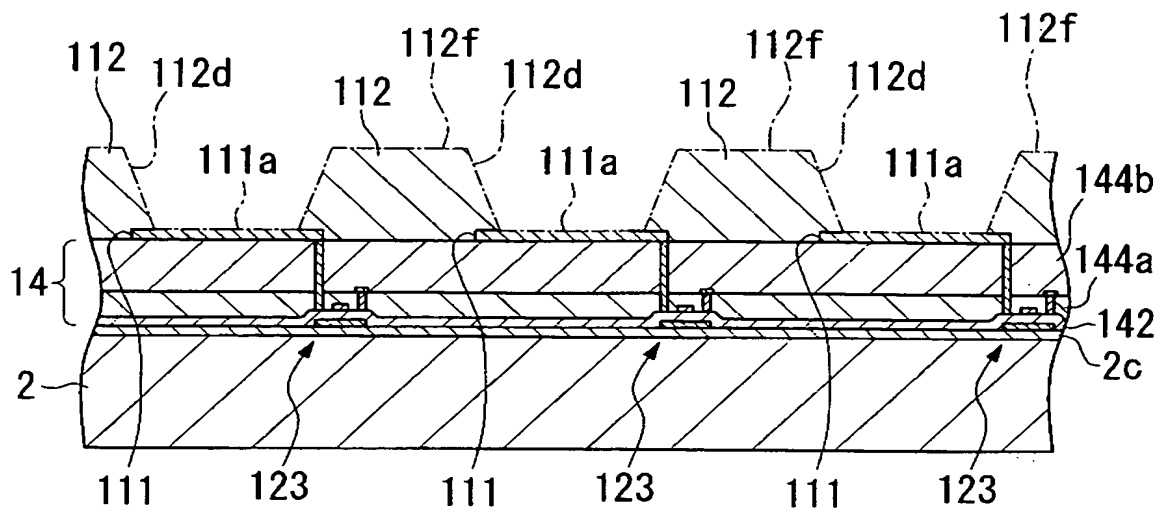
【図 7】



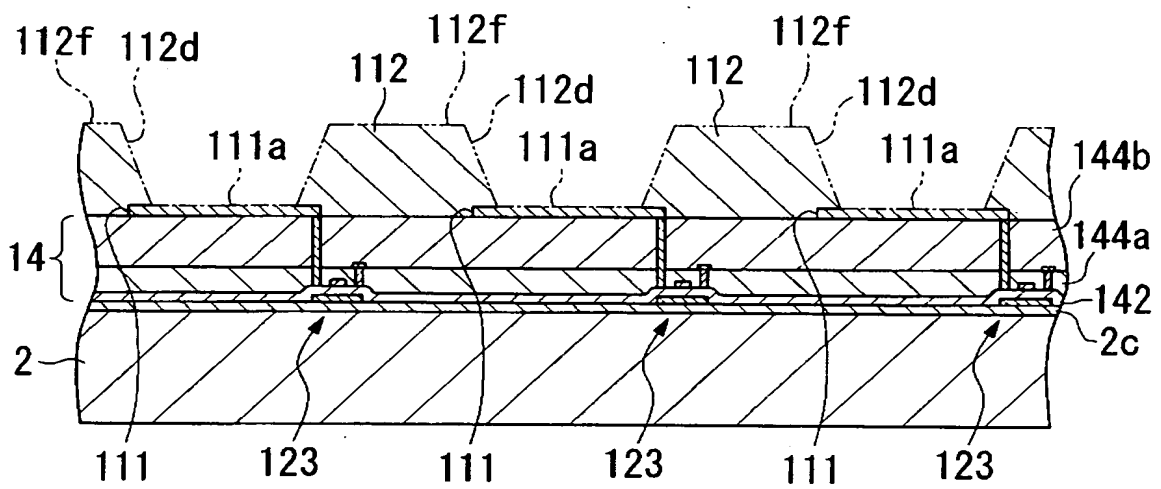
【図 8】



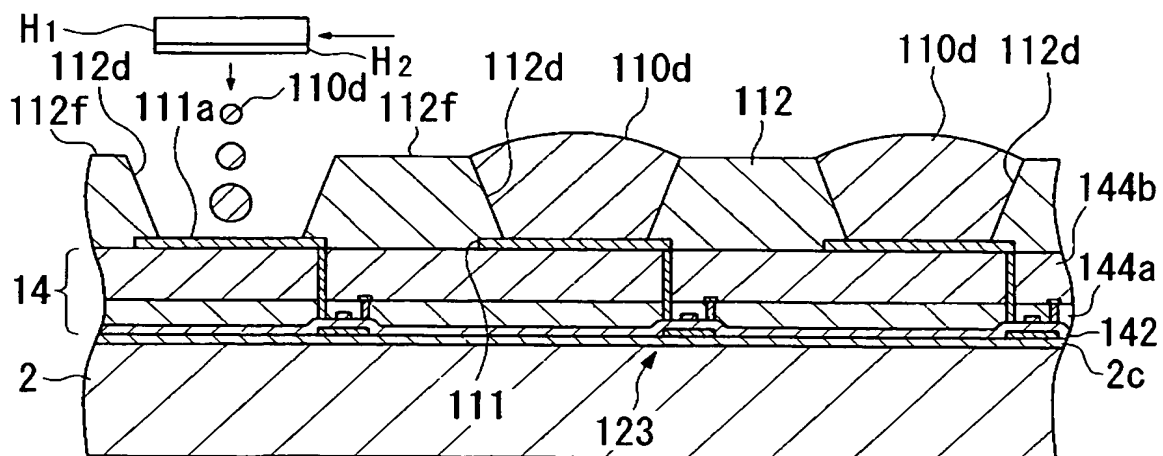
【図 9】



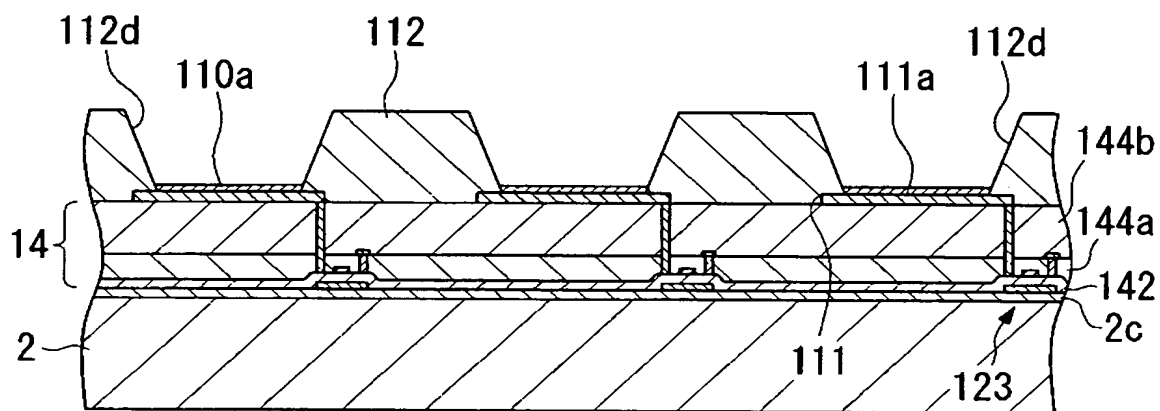
【図 10】



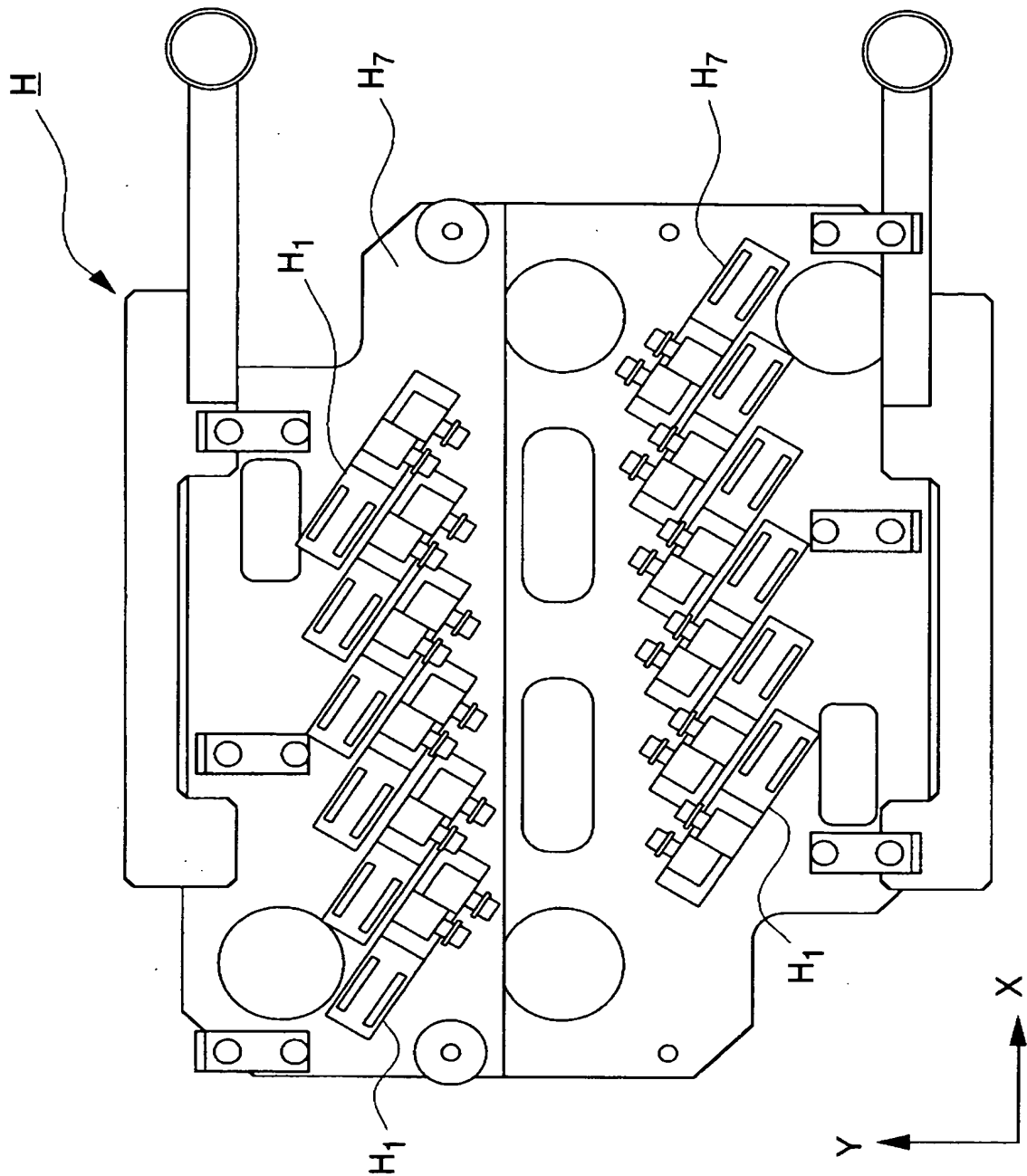
【図 11】



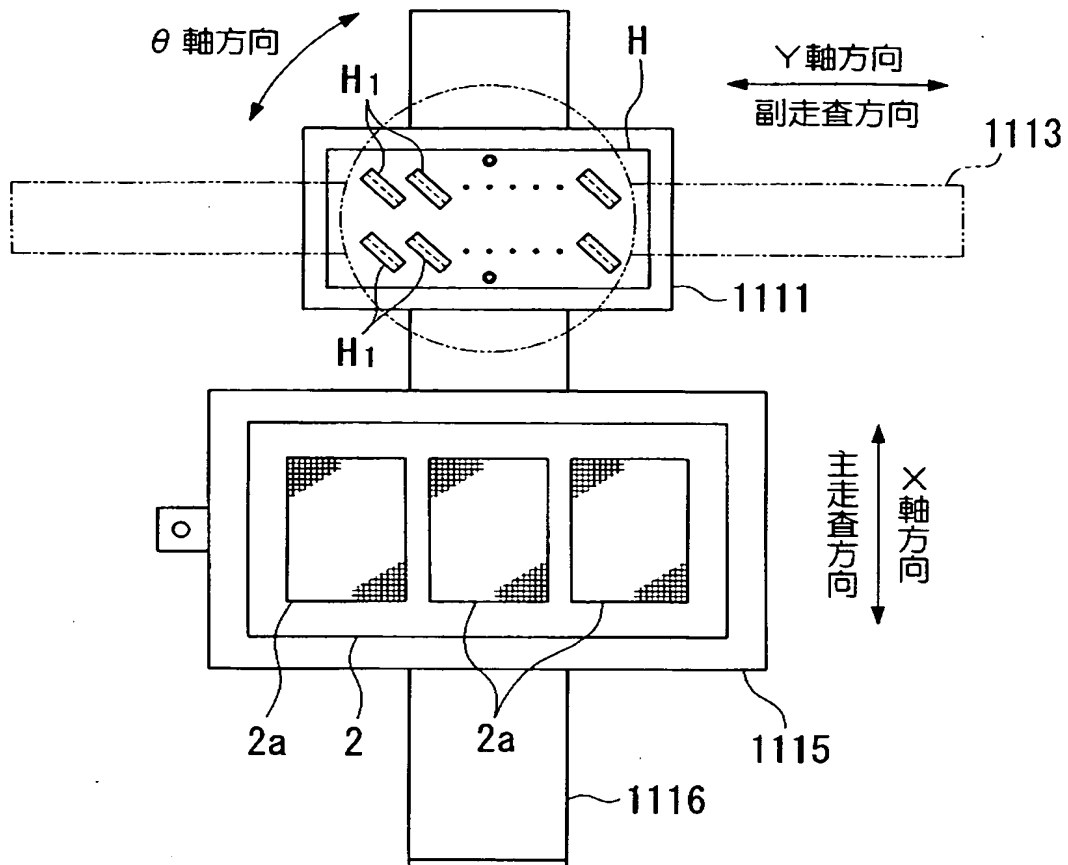
【図 12】



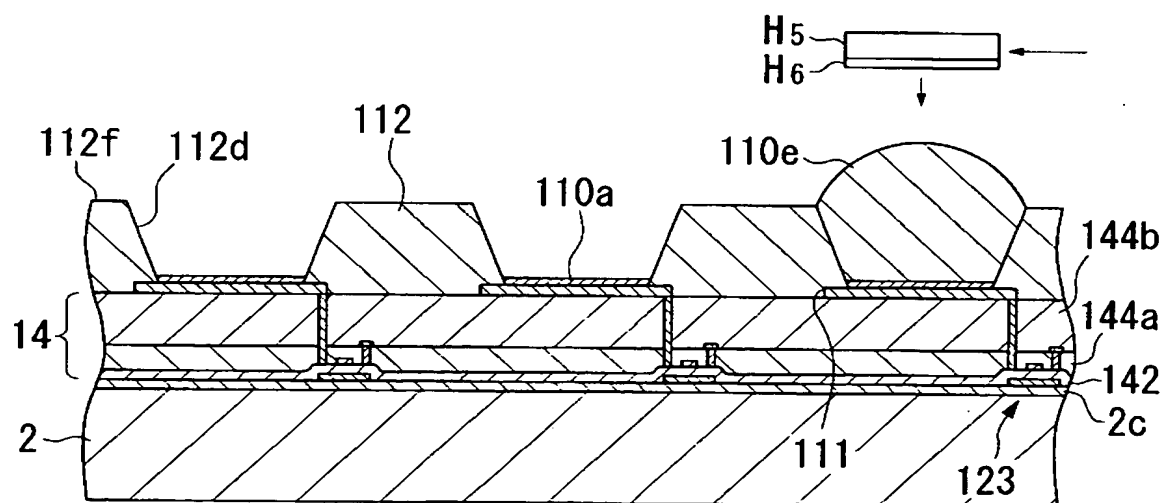
【図 13】



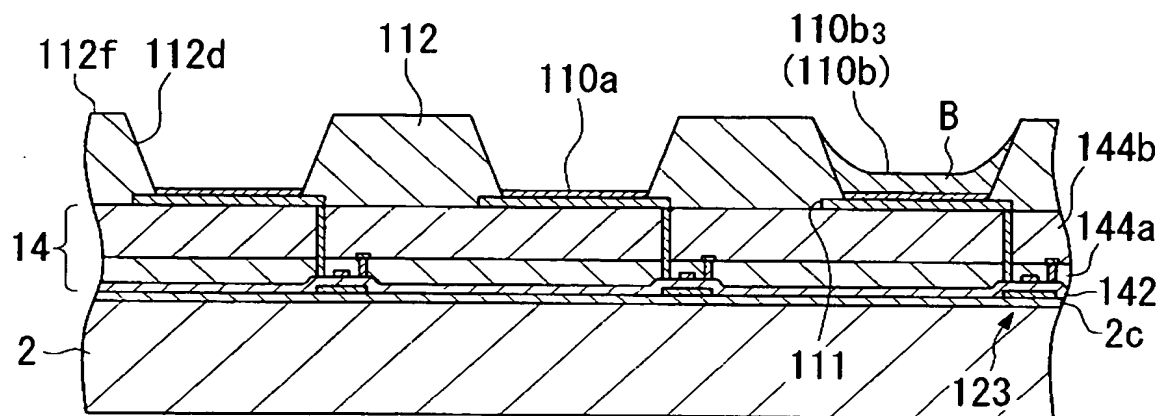
【圖 14】



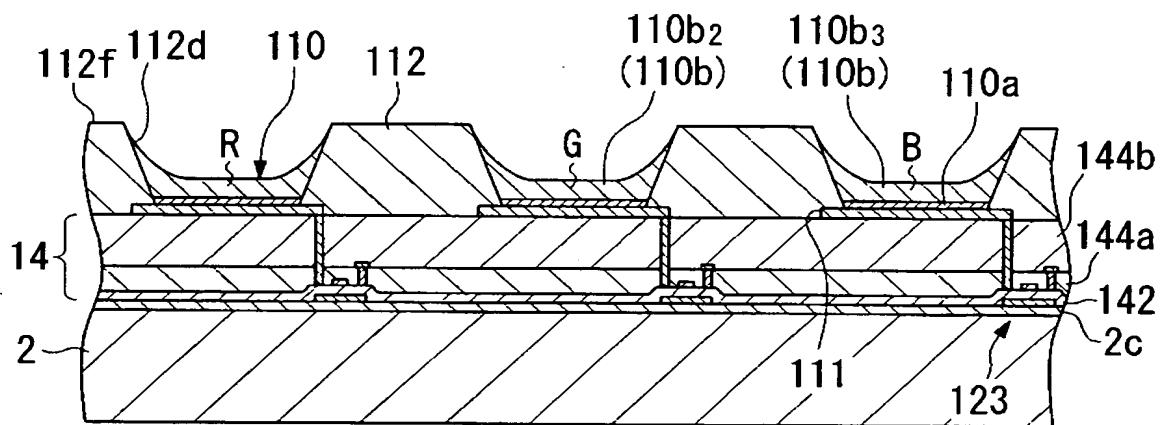
【図 15】



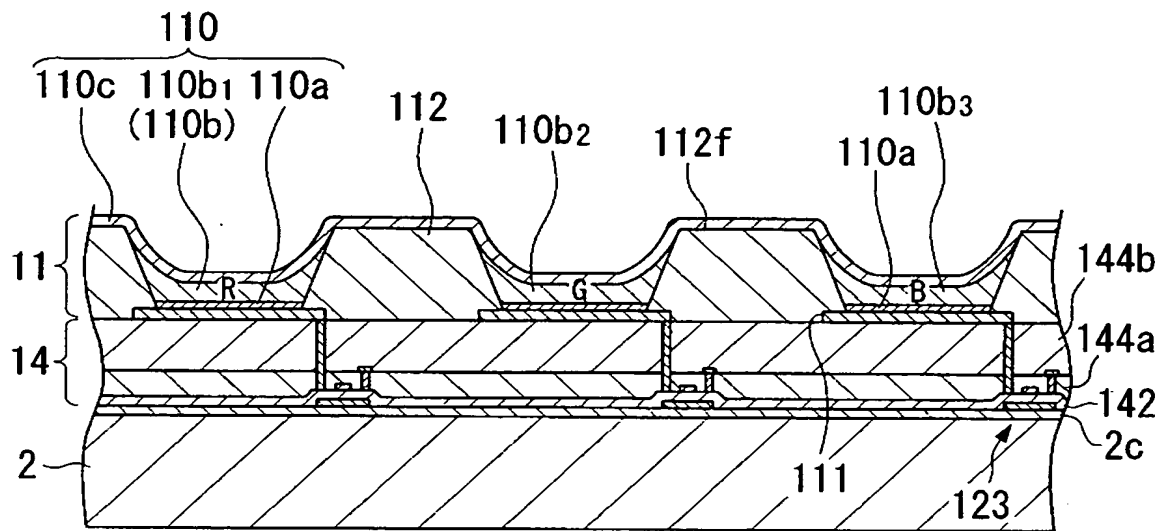
【図 16】



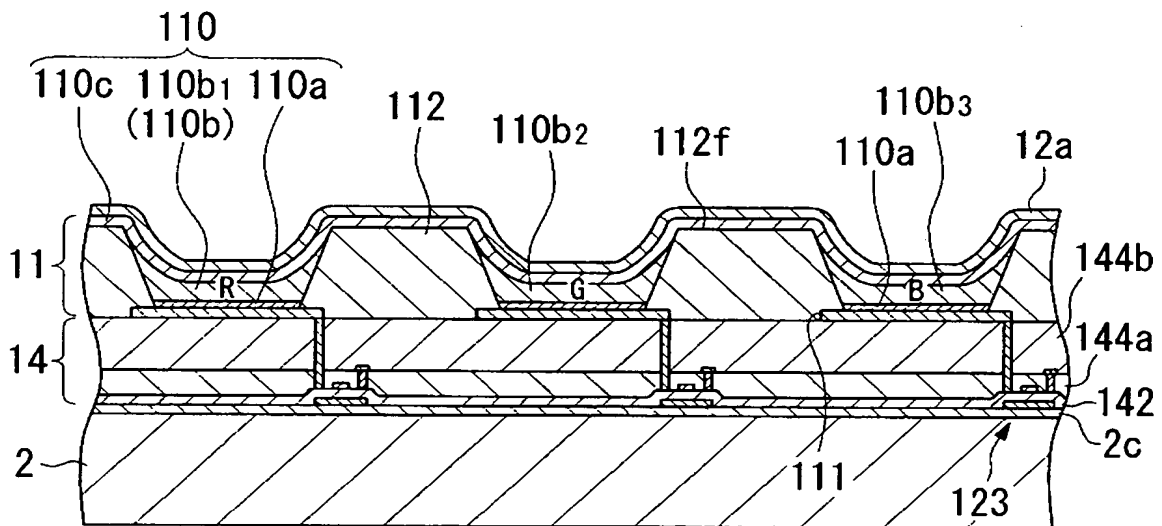
【図 17】



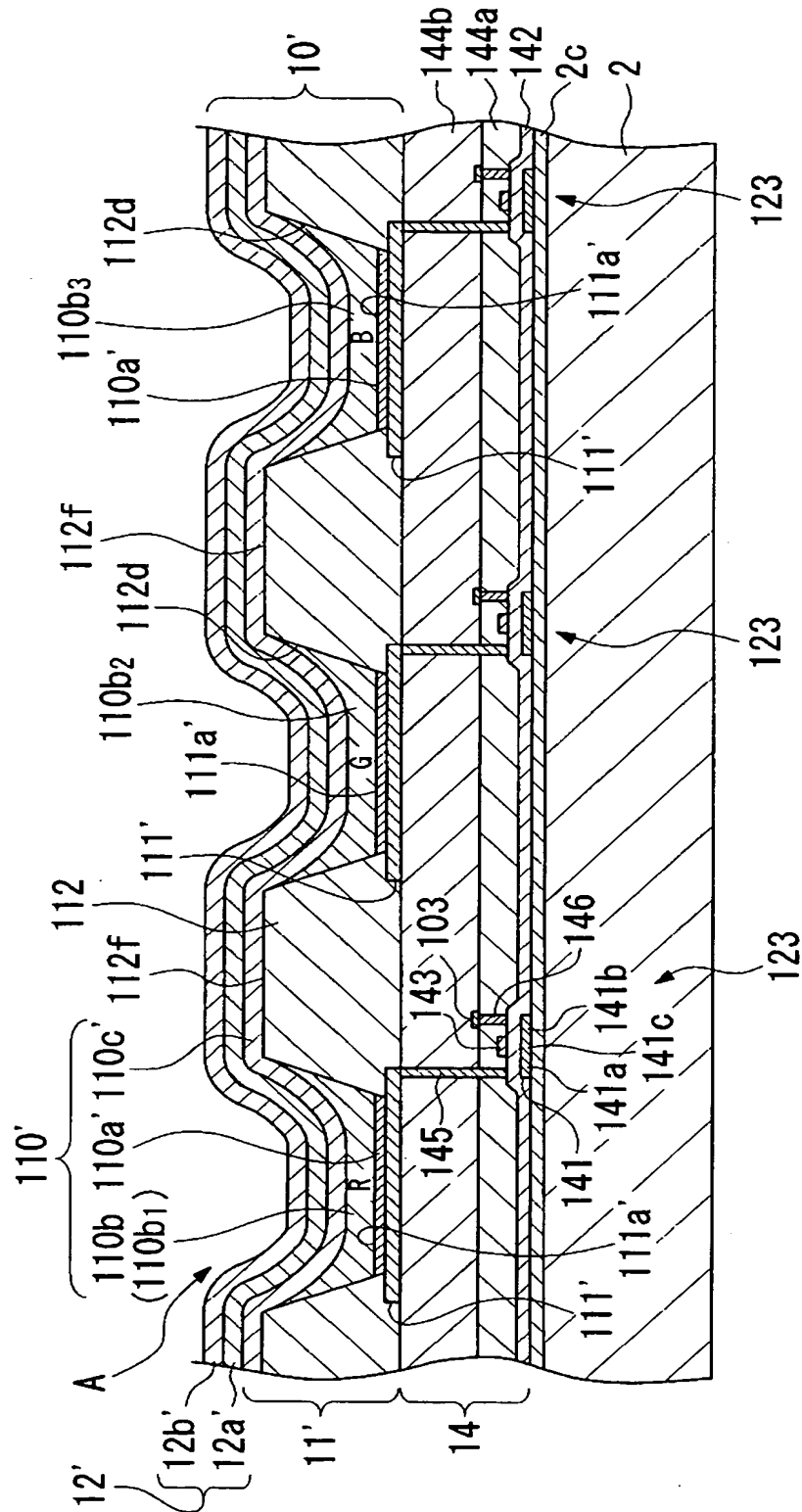
【図 18】



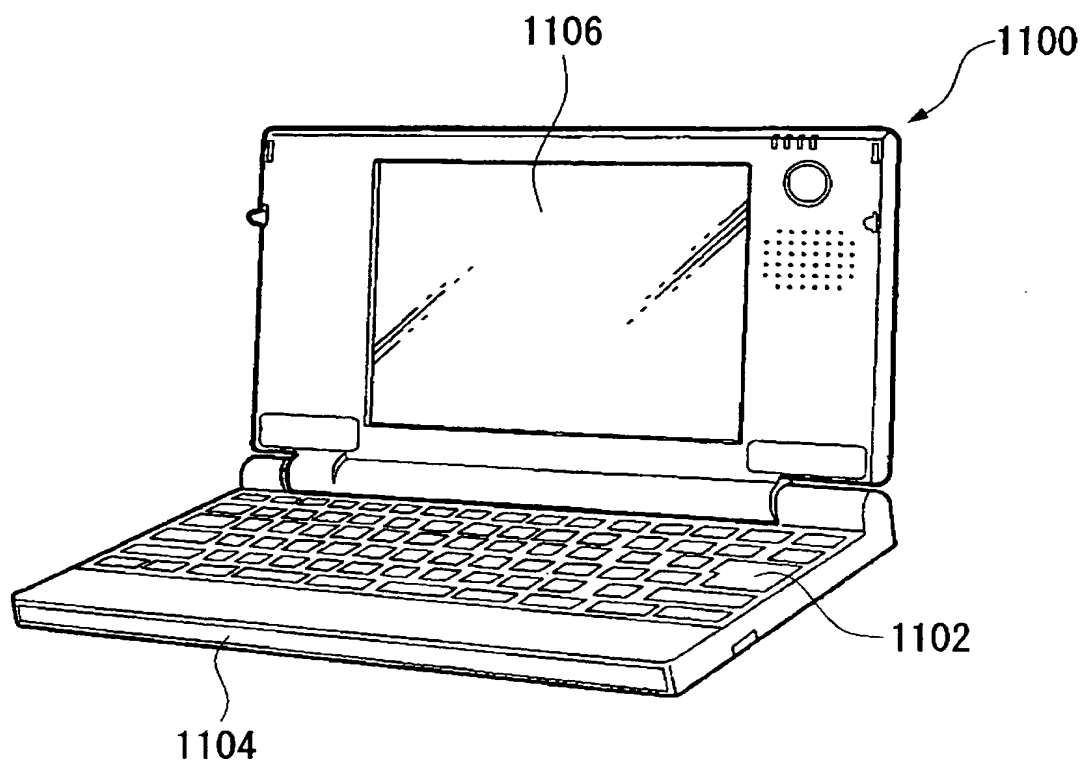
【図 19】



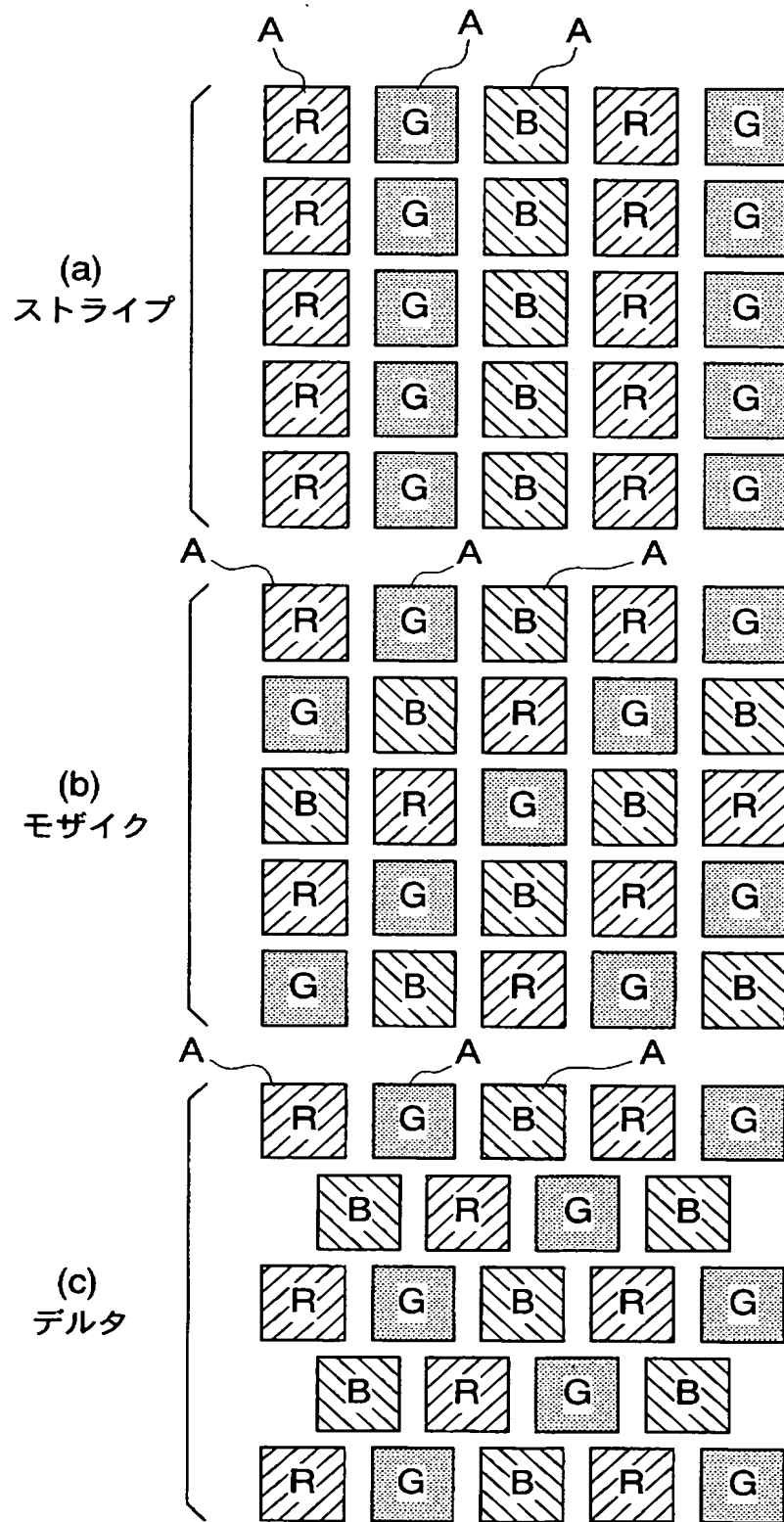
【図 2 1】



【図 22】



【図 23】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 本発明は、トップエミッション構造を有するエレクトロルミネッセンス表示装置の透明陰極電極技術に関し、金属酸化物を成膜する際に下地膜の酸化を防止できるようにした、トップエミッション型のエレクトロルミネッセンス表示装置及びその製造方法並びにこの表示装置を備えた電子機器を提供することを目的とする。

【解決手段】 基板 2 上に、第 1 の電極 111 と、発光層 110b を含む機能層 110 と、金属酸化物からなる透明な第 2 の電極 12 とが下層側から順に積層する。この際、第 2 の電極 12 の酸素濃度を膜厚方向で変化させ、第 2 の電極 12 と機能層 110 との界面付近の酸素濃度が、第 2 の電極 12 における平均の酸素濃度よりも低くなるようにする。

【選択図】 図 4

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 3 4 4 8 0 3
受付番号	5 0 3 0 1 6 4 1 9 7 8
書類名	特許願
担当官	小池 光憲 6 9 9 9
作成日	平成 1 5 年 1 0 月 9 日

< 認定情報・付加情報 >

【特許出願人】

【識別番号】	000002369
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
【氏名又は名称】	セイコーエプソン株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100107836
【住所又は居所】	東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	西 和哉

【代理人】

【識別番号】	100064908
【住所又は居所】	東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】	100101465
【住所又は居所】	東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	青山 正和

特願 2 0 0 3 - 3 4 4 8 0 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 3 6 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

氏 名

セイコーエプソン株式会社